VISIT…

К. Е. СОЛОДИЛОВ

ВОЕННЫЕ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА 1940

В настоящей книге описаны приборы, применяемые в военном деле, а также приведены принципы их действия, основы тактики применения этих приборов и тактико-технические требования, которым должны удовлетворять оптические специальные приборы; кроме того, здесь даны подробный разбор конструкций и сравнительная оценка характерных типов военных оптических приборов, а также основы расчета точности и методика конструирования этих приборов.

ЧАСТЬ 1

ГЛАВА I

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

В настоящее время оптические приборы нашли широкое применение в военном деле. Сюда относятся: приборы для наблюдения, угломерные и прицельные устройства, дальномеры, сигнальные приборы связи, фотоаппараты, приборы управления артиллерийской стрельбой и приборы центральной наводки.

2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОПТИЧЕСКИМ ВОЕННЫМ ПРИБОРАМ

В военном деле каждая из указанных групп приборов предназначается для решения вполне определенных задач.

Условия, при которых оптические приборы должны нормально работать, бывают крайне разнообразны; сюда относятся: климатические и температурные влияния на прибор, влияния внешних механических воздействий и пр. Поэтому конструкция военных оптических приборов, их габариты, веса, надлежащая прочность и внешнее оформление должны удовлетворять строго обоснованным и всесторонне проработанным требованиям. Без знания этих требований инженерно-техническому работнику невозможно осуществить правильно ни конструкцию прибора ни организацию его производства.

Эти требования в основном следующие:

1) тактико-технические условия, характеризующие применение данного прибора в определенной области военного дела;

2) общие технические условия на изготовление и приемку оптических приборов (см. приложение II);

3) частные технические условия на данный прибор.

В тактико-технических заданиях должно быть отражено:

а) назначение прибора;

б) условия, в которых работает прибор;

в) оптические данные прибора;

г) механические данные прибора;

д) данные габарита и веса прибора;

е) необходимые точности работы отдельных частей прибора и прибора в целом;

ж) указание на специальные испытания, которым должен подвергаться данный прибор.

К общим техническим условиям на изготовление и прием оптических приборов относятся:

1) условия наружного осмотра, требования к материалам и качеству деталей;

2) условия проверки шкал, делений и положения осей вращения прибора;

3) условия, которым должны отвечать оптические данные прибора;

4) условия поверки и испытания механических качеств прибора;

5) условия изготовления, проверки и испытания футляров, ранцев и ящиков для укладки оптических приборов;

6) уход, хранение и транспортировка оптических приборов;

7) специальные технические условия на прием оптического стекла;

8) условия маркировки.

Поясним примером. Требуется спроектировать и изготовить наблюдательный прибор для пеших разведчиков, работающих в ближайшей полосе от расположения неприятеля.

Составляем тактико-технические задания на такой прибор.

Из условий работы разведчика вблизи неприятеля к прибору предъявляются требования:

а) чтобы наблюдательный прибор был типа перископа, допускающий наблюдение из-за ограждений в целях наилучшего скрытия самого наблюдателя. Предметами ограждения для разведчика могут служить канавы, рвы, кусты, плетни и заборы, шалаши, стоги сена и соломы, кровли жилых и нежилых помещений. При всех перечисленных ограждениях требуется, чтобы сам наблюдатель был совершенно скрыт, а наружу высовывалась только голова перископа, возвышаясь над головой разведчика минимум на 300—400 *мм*.

б) чтобы перископ имел оптическую высоту (перископичность) не менее 400—450 *мм*, чтобы его головная часть была возможно меньших размеров и допускала возможность свободного проникновения через такие закрытия, как кусты, заборы, кровли, солома и сено.

Из условий работы разведчика вблизи неприятеля вытекают тактико-технические требования на данные оптической системы перископа: так как рассматривать наблюдателю приходится сравнительно близкие объекты, то большого увеличения не требуется, но оно должно быть достаточным для детального обследования фронта неприятеля и распознавания хорошо замаскированных объектов. Отсюда вывод, что увеличение перископа должно быть 2—3× при максимальном поле зрения.

Пеший разведчик должен иметь перископ всегда при себе, отсюда следует, что перископ должен быть возможно компактных размеров и не причинять неудобств при всяких способах пешего передвижения: беге, проходе через кусты, травы и заросли, передвижении ползком и т. п. Далее, при упомянутых условиях передвижения, вес пери-

Таблица

Раздел	Группа	Назначение	Типы приборов
Приборы для наблюдения и визирования	Бинокли призменные	Наблюдение и изучение местности и поля боя. Корректировка стрельбы	Артиллерийский призменный бинокль и другие типы биноклей
	Бинокли Галилея	Наблюдение в сумерки и ночное время	Ночной бинокль, штурманский бинокль
	Прямые зрительные трубы и монокуляры	Наблюдение, визирование, прицеливание	Прямая зрительная труба, труба переменного увеличения, монокуляр типа «Утенок», коленчатый монокуляр
	Перископы	Для наблюдения, визирования и прицеливания из-за ограждений	Перископ-разведчик, окопный перископ, перископ дальнего наблюдения, перископы подводных лодок
Угломерные приборы	Угломерные визиры		Панорама
	Бусоли	Измерение углов в вертикальной, горизонтальной и наклонной плоскостях	Бусоль Михаловского
	Стереотрубы		Большая стереотруба
	Угломеры зенитной артиллерии		Угломер зенитной артиллерии, курсомер-скоромер, высотомер
Прицелы	Прицелы для стрелкового оружия	Прицеливание как по видимым, так и по невидимым целям	Прицел для винтовки, пулеметный прицел
	Прицелы для полевой артиллерии	Прицеливание орудий полевой артиллерии	Панорамный прицел полевой артиллерии
	Прицелы для танков	Прицеливание из танков	Танковый телескопический прицел, танковый панорамный прицел
	Прицелы для крупнокалиберной артиллерии	Прицеливания морской и крепостной крупнокалиберной артиллерии	Прицел образца 1908 г., прицел типа Виккерса, перископический панорамный башенный прицел
	Прицелы зенитной артиллерии	Наводка и прицеливание зенитных орудий	Простейший прицел для малокалиберной зенитной артиллерии, прицел типа полуавтоматического ЗМ-111
	Прицелы для бомбометания с самолетов и стрельбы из пулеметов	Прицельные устройства для сбрасывания бомб с самолетов и стрельбы из самолетных пулеметов и орудий	Прицел Герца, ОПБ-1, ОПБ-2, прицел для неподвижных пулеметов
Приборы связи	Приборы связи	Передача сигналов, знаков Морзе и слов	Гелиограф, прожектор, оптический телефон

Дальномеры, фотокамеры и приборы УАО и ЦН в данный курс не входят, так как являются объектами специальных курсов по военным оптическим приборам.

скопа должен быть возможно малым, чтобы не обременять разведчика излишней тяжестью.

Этим тактико-техническим требованиям отвечает перископ-разведчик, о котором будет сказано ниже.

3. РАЗДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ВОЕННЫХ ПРИБОРОВ НА ОТДЕЛЫ, ГРУППЫ И ТИПЫ

Для планомерного изучения всей совокупности приборов военного назначения в данном курсе они разбиты на разделы, группы и типы согласно прилагаемой таблице на стр. 5.

ГЛАВА II

ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ И ВИЗИРОВАНИЯ

1. ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

В основу устройства оптики наблюдательных зрительных труб положена телескопическая система (рис. 1, фиг. *I*), состоящая из следующих основных деталей: объектива $O_{об}$ с фокусным расстоянием $f'_{об}$ и окуляра $O'_{ок}$ с фокусным расстоянием $f'_{ок}$. От общей фокальной плоскости T' объектив и окуляр находятся на расстояниях, равных заднему фокусному расстоянию объектива и переднему фокусному расстоянию окуляра. Из геометрической оптики известно, что любой пучок параллельных лучей, идущий от точки A бесконечно удаленного предмета AB, войдя в объектив под углом β, дает действительное изображение в точке A' фокальной плоскости T'. После прохода точки A' пучок лучей становится расходящимся и падает на окуляр $O'_{ок}$. За окуляром пучок снова превращается в пучок параллельных лучей, но наклон его будет уже под углом β'.

Отверстие P, которое ограничивает пучок лучей, исходящий из осевой точки предмета и проходящий через всю систему, называется апертурной диафрагмой. Изображение апертурной диафрагмы в пространстве предмета называется зрачком входа системы.

Изображение апертурной диафрагмы в пространстве изображения называется зрачком выхода. Из чертежа видно, что если из центра входного зрачка удаленный предмет AB виден под углом 2β, то из выходного зрачка p' он будет виден под другим углом $2\beta'$, который зависит от фокусных расстояний объектива и окуляра, а именно: $\frac{\operatorname{tg}\beta'}{\operatorname{tg}\beta} = \frac{f'_{об}}{f'_{ок}}$. Так как углы 2β и $2\beta'$ являются углами, под которыми виден предмет без оптической системы (2β) и через систему зрительной трубы ($2\beta'$), то отношение $\frac{\operatorname{tg}\beta'}{\operatorname{tg}\beta} = \Gamma$ называют угловым или видимым увеличением зрительной трубы. Причем угол 2β

характеризует объективное поле зрения, а угол $2\beta'$—окулярное поле зрения трубы. Кроме того, ясно, что выходной зрачок есть ни что иное, как изображение входного зрачка. Наиболее простая телескопическая система, изображенная на фиг. *I* (рис. 1), дает изображение предметов, повернутых на 180°, и поэтому наблюдение земных предметов в нее неудобно. Применяются эти трубы только в геодезических приборах или в астрономических инструментах, отчего и получили название астрономических труб или труб Кеплера.

2. ЭЛЕМЕНТЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ СИСТЕМУ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ТРУБЫ

Элементами, характеризующими оптическую систему астрономической трубы, являются (рис. 1, фиг. *I*) по ходу луча слева направо следующие:

2β — угол объективного или действительного поля зрения. Этот угол определяется в системе величиною диафрагмы $A'B'$ в фокальной плоскости объектива $O_{об}$, которая вырезывает из действительного изображения местности в плоскости T' участок в пределах наиболее резкого и неискаженного изображения. Указанная диафрагма носит название полевой диафрагмы.

D — диаметр зрачка входа. Диаметр зрачка входа зависит от положения и диаметра апертурной диафрагмы. Апертурная диафрагма может быть помещена: 1) перед объективом (фиг. *II*), 2) совпадать с оправой объектива $O_{об}$ (фиг. *I*) и 3) находиться за объективом (фиг. *III*).

Объектив $O_{об}$ дает действительное изображение в плоскости T' наблюдаемого ландшафта в пределах поля зрения 2β, характеризуется величиною фокусного расстояния и свободным диаметром. Для того, чтобы в систему вошли все пучки параллельных лучей, направляющиеся в зрачок входа, диаметр объектива должен быть взят в зависимости от того, на каком расстоянии t помещается объектив от зрачка входа. Наименьший диаметр объектива будет (фиг. *I*), если зрачок входа совпадает с оправой объектива. В этом случае диаметр объектива равен диаметру зрачка входа D. В случае, когда зрачок входа находится на расстоянии t перед объективом (зрачок входа совпадает с апертурной диафрагмой), диаметр последнего будет равен D + + отрезок ab, определяемый из уравнения: $ab = 2t \operatorname{tg} \beta$. Если апертурная диафрагма помещается за объективом (фиг. *III*), то величина и положение зрачка входа определяются по формулам:

$$xx' = -f'^2_{об} \quad \text{и} \quad v = -\frac{x'}{f'} = -\frac{f}{x}.$$

Отношение диаметра входного зрачка к фокусному расстоянию объектива, называемое относительным отверстием объектива, характеризует освещенность действительного изображения в фокальной плоскости T'. Это отношение не может быть сделано произвольно большим ввиду того, что с увеличением отношения $\frac{D}{f'_{об}}$ ухудшается качество

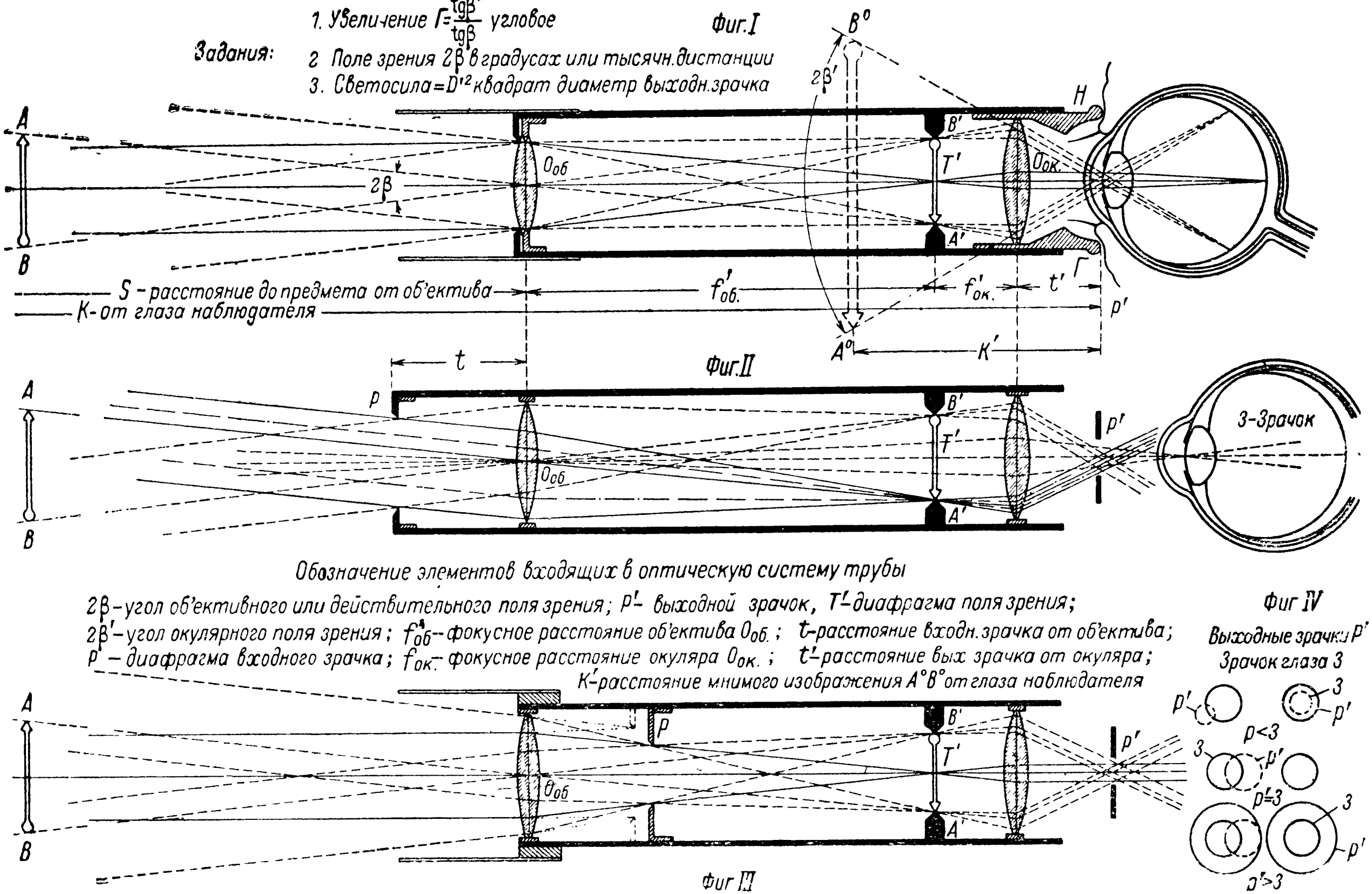


Рис. 1. Схема астрономической зрительной трубы Кеплера.

изображения, даваемое объективом. В этом случае нужно делать систему объектива из многих линз, что сделает его изготовление слишком дорогим. Для простых объективов из двух склеенных линз, обычно применяемых в зрительных трубах, отношение $\frac{D}{f'_{об}}$ не делается более $^1/_4$. Диафрагма поля зрения $A'B'$ (фиг. *I*), как уже сказано, ограничивает плоскость действительного изображения в пределах угла поля зрения 2β. Линейные размеры диафрагмы $A'B'$ определяются фокусным расстоянием объектива $f'_{об}$ и величиной объективного поля зрения 2β по формуле:

$$A'B' = 2f'_{об} \operatorname{tg} \beta.$$

Окуляр $O_{ок}$ помещен на расстоянии $f_{ок}$ (переднее фокусное расстояние окуляра) от плоскости T' и служит для рассматривания, как через лупу, действительного изображения $A'B'$ в увеличенном виде (мнимое изображение A^0B^0). Для получения большого окулярного поля зрения $2\beta'$ и возможного уменьшения габаритных размеров окуляров последние обыкновенно конструируются в виде сложных оптических систем, состоящих из нескольких линз (рис. 8). От окуляра требуется, чтобы он обеспечивал полный окулярный угол поля зрения и имел выходной зрачок на определенном удалении от последней линзы окуляра. В выходном зрачке пересекаются все вышедшие из системы параллельные пучки лучей. Следовательно, чтобы использовать все поле зрения и светосилу трубы, наблюдатель должен зрачок своего глаза поместить в плоскости выходного зрачка p' (рис. 1, фиг. *I*). В зависимости от назначения трубы (для дневного или ночного наблюдения) зрачок выхода делают в первом случае не менее 4 *мм* и во втором случае не менее 7 *мм*, имея в виду, что днем зрачок глаза человека суживается, а при ослабленном освещении расширяется. Для более надежного фиксирования глаза наблюдателя в плоскости выходного зрачка и более точного совпадения зрачка глаза с выходным зрачком зрительной трубы на оправу окуляра надевается наглазник *НГ*, который рассчитан так, что, упираясь своим краем в орбиту глаза, он правильно фиксирует зрачок глаза по отношению к зрачку выхода. Если зрачок глаза поместить дальше от плоскости выходного зрачка (фиг. *II*), то пучки лучей от крайних точек поля зрения уже не будут попадать в глаз и наблюдателю будет видно урезанное по краям поле зрения. Для установки на резкость видения оправа окуляра делается переставной. Перемещение на одну диоптрию $x'_{ок}$ выражается в *мм* формулой:

$$x'_{ок} = \frac{f'^2_{ок}}{1000}$$

где $f'_{ок}$ — фокусное расстояние окуляра. Выше было указано, что увеличение Γ трубы для бесконечно удаленных от системы предметов равно $\Gamma = \frac{f'_{об}}{f'_{ок}}$. Для предметов, находящихся на конечном рас-

стоянии от глаза наблюдателя (рис. 1, фиг. *I*), увеличение будет:

$$\Gamma = \frac{f'_{об}}{f'_{ок}} \frac{K}{S - f'_{об}} \left(1 + \frac{f'_{ок} - t'}{K'}\right),$$

где S — расстояние от объектива до предмета;
K — расстояние от предмета до глаза наблюдателя;
K' — удаление мнимого изображения от глаза;
t' — удаление глаза от окуляра.

Эта формула показывает, что увеличение зрительной трубы Кеплера зависит от отношения фокусных расстояний, свойств глаза (величина K') и удаления глаза от трубы (величина t'). Второй множитель показывает, что с возрастанием расстояния предмета от трубы S увеличение становится меньше и когда $S = \infty$, оно самое меньшее. Третий множитель формулы показывает, что близорукий глаз получает большее увеличение, чем дальнозоркий.

3. СУБЪЕКТИВНАЯ ЯРКОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Мерилом субъективной яркости изображения на сетчатой оболочке для невооруженного глаза, в общем случае, служит количество света, проникающего через зрачок глаза. Следовательно, субъективная яркость определяется освещенностью изображения на сетчатке. Если поверхность изображения будет S', то освещенность выразится формулой:

$$E'_0 = A \frac{\pi D'^2_0}{4S'},$$

где A — коэфициент пропорциональности,
D'_0 — диаметр зрачка глаза.

При рассматривании того же предмета в зрительную трубу количество вошедшего в трубу света будет измеряться площадью входного зрачка D, но площадь изображения на сетчатке глаза будет уже не S', а $S' \times \Gamma^2$; следовательно, в этом случае субъективная яркость изображения будет определяться формулой:

$$E' = A \frac{\pi D^2}{4S'\Gamma^2},$$

откуда относительная яркость будет:

$$\frac{E'}{E'_0} = \frac{D^2}{D'_0 \Gamma^2} \text{ или } \frac{E'}{E'_0} = \frac{D'}{D'_0}.$$

Формула выведена в предположении, что D' не превышает D'_0.

При диаметре зрачка глаза, равном диаметру зрачка выхода, получаем относительную яркость равной единице. На самом деле в зрительной трубе происходят потери света вследствие отражения при преломлении на поверхностях линз и при поглощении в толще стекла. Поэтому коэфициент A, в который входит множитель, учиты-

вающий потери света, меняет свое значение. Практически $\frac{E'}{E'_0}$ всегда меньше единицы. Если диаметр зрачка глаза считать величиною постоянной, то субъективная яркость изображения прямо пропорциональна квадрату диаметра входного зрачка и обратно пропорциональна квадрату увеличения. При наблюдении в зрительную трубу наблюдатель совмещает зрачок выхода p' трубы со зрачком глаза *3*. При этом выходной зрачок может быть или больше зрачка глаза, или равен ему, или меньше:

1) при $D' > D'_0$ субъективная яркость изображения через трубу равна яркости изображения, получаемой невооруженным глазом (не считая потери света в самой трубе), но при этом не используется вся площадь входного зрачка P (рис. 1, фиг. *IV*);

2) при $D' = D'_0$; $E'_0 = E'$, но только при условии, когда зрачок p' точно совпадает с *3* (фиг. *IV*);

3) при $D' < D'_0$ субъективная яркость будет определяться следующей зависимостью: $E' = E'_0 \left(\frac{D'}{D'_0}\right)^2$.

4. ЗЕМНАЯ ЗРИТЕЛЬНАЯ ТРУБА

Чтобы астрономическую трубу сделать удобной и для наблюдения земных объектов, соединяют в зрительную трубу две простых телескопических системы (рис. 2, фиг. *I* и *II*). Как видно из чертежа, выходной зрачок первой системы P_0 служит входным зрачком второй телескопической системы.

Такая система носит название земной зрительной трубы, в которую входят следующие основные конструктивные элементы:

1) зрачок входа P;
2) объектив $O_{об}$;
3) первая фокальная плоскость T_1 с изображением, повернутым на 180°;
4) первая линза оборачивающей системы $Л_1$;
5) изображение зрачка входа P_0;
6) вторая линза оборачивающей системы $Л_2$;
7) вторая фокальная плоскость T_2 с выпрямленным изображением $Л_2$;
8) окуляр $O_{ок}$;
9) зрачок выхода P';
10) расстояние между линзами оборачивающей системы Δ.

Входящие в систему элементы связаны следующими уравнениями:

Увеличение

$$\Gamma = \frac{\operatorname{tg}\beta' \operatorname{tg}\beta_0}{\operatorname{tg}\beta_0 \operatorname{tg}\beta} = \frac{f'_{об}\, f'_{II\,л}}{f'_{I\,л}\, f'_{ок}} = \frac{DD_0}{D_0 D},$$

где $\frac{\operatorname{tg}\beta'}{\operatorname{tg}\beta_0} = \frac{f'_{II\,л}}{f'_{ок}} = \frac{D'}{D_0}$ — увеличение второй телескопической системы Γ_{II}

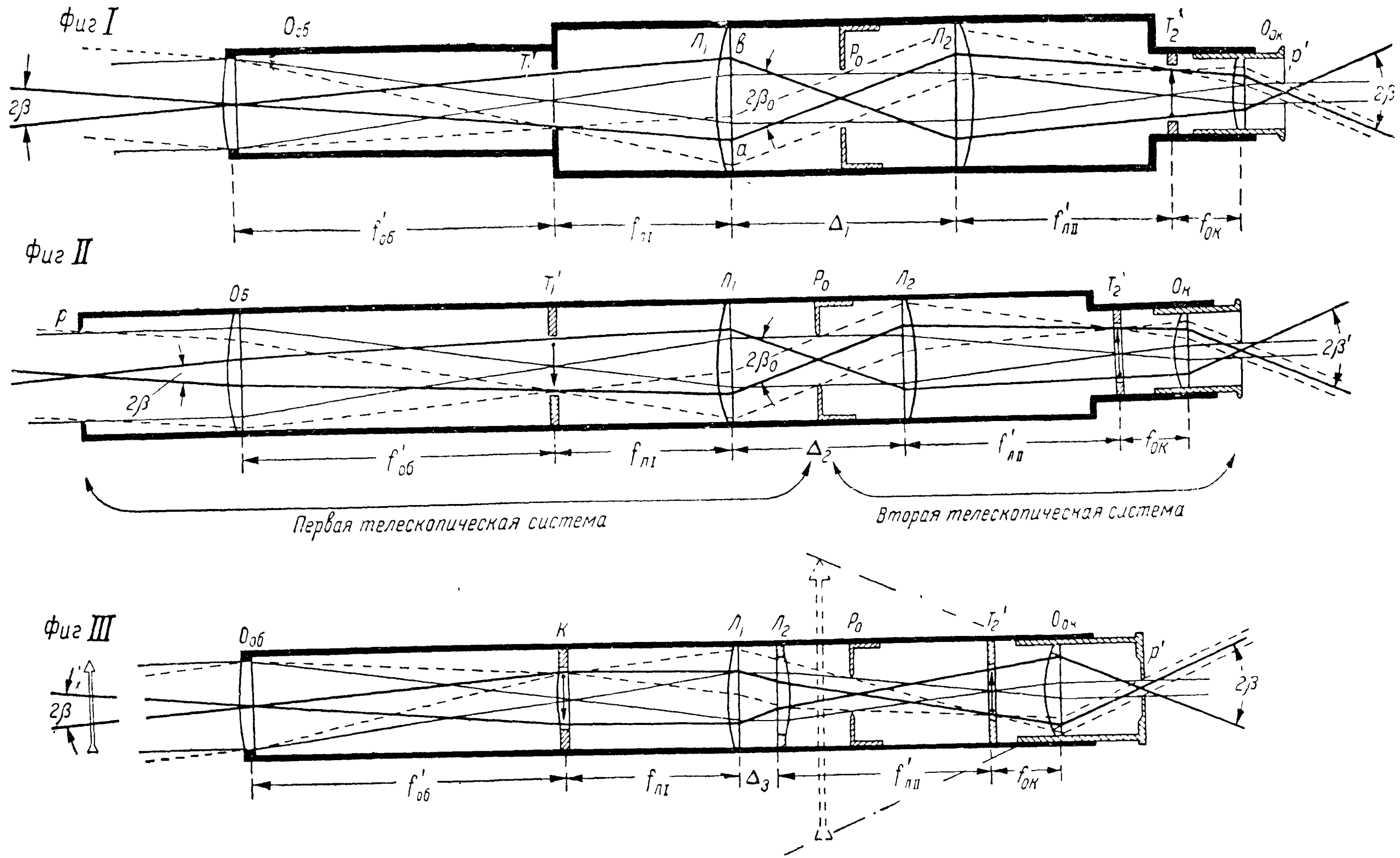


Рис. 2. Земная зрительная труба.

и $\frac{\operatorname{tg}\beta_0}{\operatorname{tg}\beta} = \frac{f'_{об}}{f'_{I\,л}} = \frac{D}{D_0}$ — увеличение первой телескопической системы Γ_I.

В наблюдательных зрительных трубах обычно фокусное расстояние $f'_{I\,л}$ первой линзы оборачивающей системы делают равным $f'_{II\,л}$ фокусному расстоянию второй линзы оборачивающей системы и тогда увеличение Γ трубы будет

$$\Gamma = \frac{f'_{об}}{f'_{ок}} = \frac{\operatorname{tg}\beta'}{\operatorname{tg}\beta} = \frac{D}{D'}.$$

Таким образом элементами, характеризующими оптическую систему земной зрительной трубы, являются увеличение Γ, поле зрения 2β и диаметр D' выходного зрачка. Величиной, характеризующей качество оптики, является разрешающая сила системы, зависящая, с одной стороны, от диаметра объектива, и с другой — от увеличения системы. Величина потери при прохождении света через систему для хорошего инструмента теоретически определяется по формуле, приведенной в приложении II (стр. 251). На рис. 2 приведено несколько конструктивных схем прямой зрительной трубы, имеющих одни и те же оптические данные. Комбинируя отдельные элементы оптической схемы, возможно строить трубы, удовлетворяющие различным габаритным данным как по длине, так и поперечному сечению. В схеме на фиг. *I* зрачок входа совпадает с оправой объектива, что дает наименьшие размеры объективной части трубы. На фиг. *II* зрачок входа вынесен от объектива, что вызывает увеличение диаметра объектива и уменьшение свободного отверстия линз оборачивающей системы.

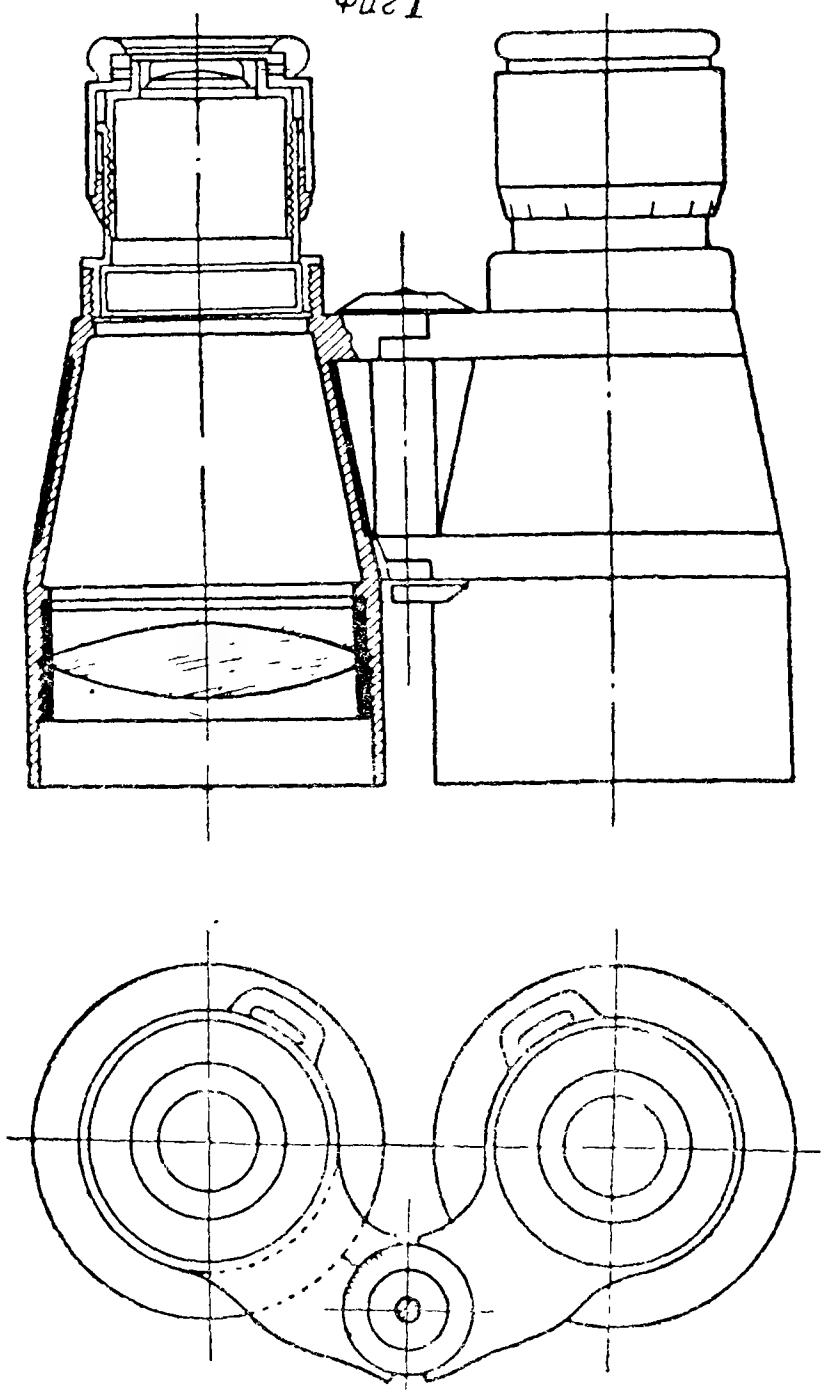
На фиг. *III* в первой фокальной плоскости T'_1 введена коллективная линза K, что дает наиболее компактные размеры линз оборачивающей системы. При тех же линзах $Л_1$ и $Л_2$ оборачивающей системы введением коллектива K можно достигнуть большего поля зрения трубы, отчего эта линза K иногда носит название «полевой линзы». Фокусное расстояние коллективной линзы часто делают равным фокусному расстоянию объектива.

При применении в зрительных наблюдательных трубах телескопической системы второго типа (типа Галилея) мнимое изображение получается прямым, что исключает введение дополнительной телескопической системы для того, чтобы сделать трубу земной (рис. 3, фиг. *I* и *III*).

Как и в случае первой телескопической системы (Кеплера), величины:

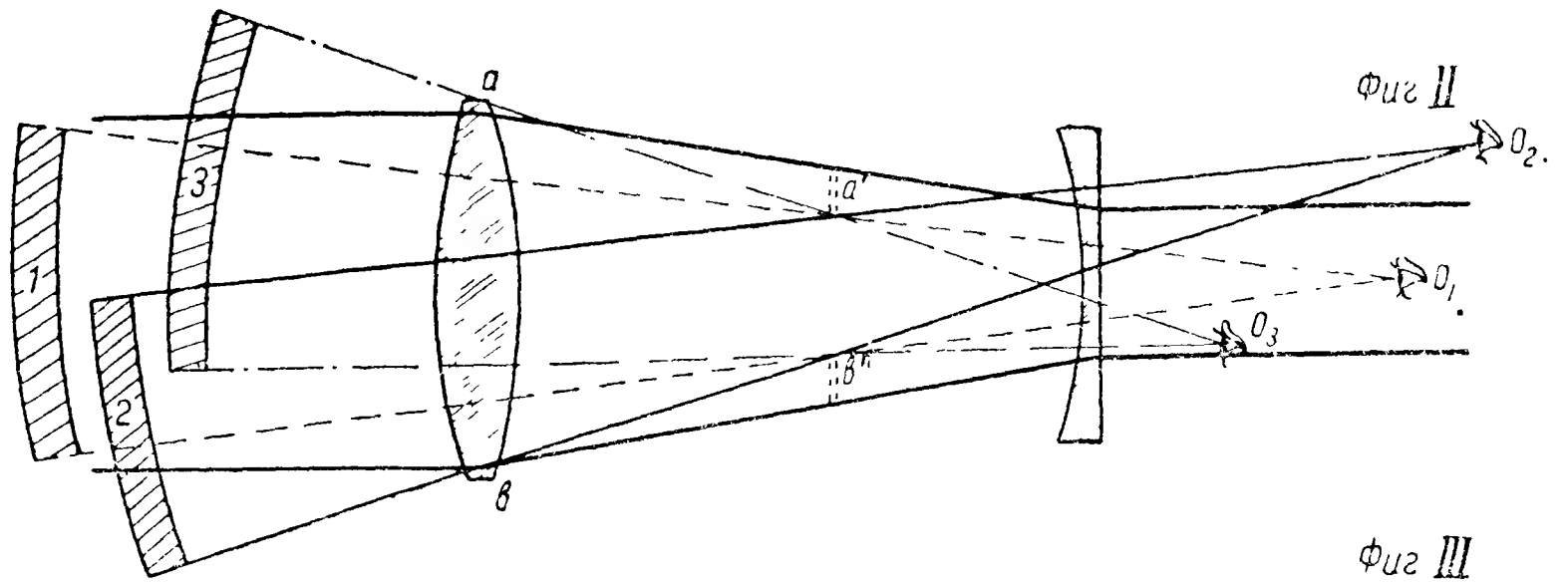
β — угол наклона к оптической оси наклонного пучка A,
β' — угол наклона к оси выходящего из системы пучка,
P — зрачок входа системы,
P' — зрачок выхода системы,
$f'_{об}$ и $f'_{ок}$ — фокусные расстояния объектива и окуляра

Фиг I



Оптическая система бинокля

Фиг II



Фиг III

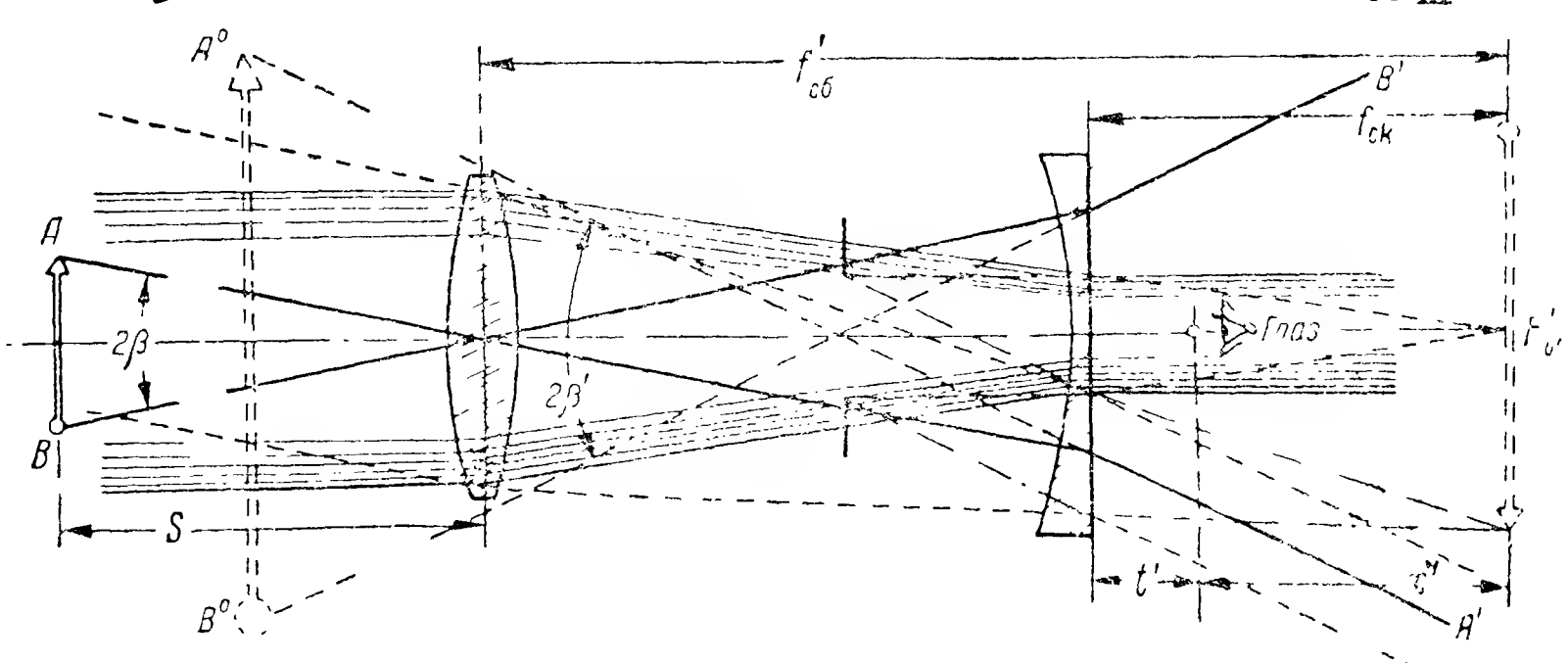


Рис. 3. Телескопическая система второго типа.

связаны следующим уравнением:

$$\frac{\operatorname{tg}\beta'}{\operatorname{tg}\beta} = \frac{D}{D'} = \frac{f'_{об}}{f'_{ок}} = \Gamma,$$

где Γ — увеличение системы.

Если принять в галилеевской системе за входной зрачок отверстие объектива ab (фиг. *II* рис. 3), то видим изображение входного зрачка — зрачок выхода получается мнимым — в $a'b'$ между объективом и окуляром, вследствие чего его нельзя совместить со зрачком глаза. По этой причине ограничение пучков лучей в галилеевской системе нельзя рассматривать отдельно от глаза наблюдателя. В системе «галилеевская труба плюс глаз наблюдателя» зрачком выхода является зрачок глаза, а зрачком входа — изображение зрачка глаза через всю систему. Зрачок входа получается мнимым на большом расстоянии вправо. Ограничивает при этом поле зрения оправа объектива, которая и является полевой диафрагмой. Понятно, что, перемещая глаз за окуляром (фиг. *II*) в точки O_1, O_2, O_3, можно видеть различные участки ландшафта и в этом случае можно использовать все поле зрения в пределах угла, под которым расходятся крайние пучки лучей $A'B'$ за окуляром. Конструктивное оформление трубы Галилея показано на рис. 3, фиг. *I*.

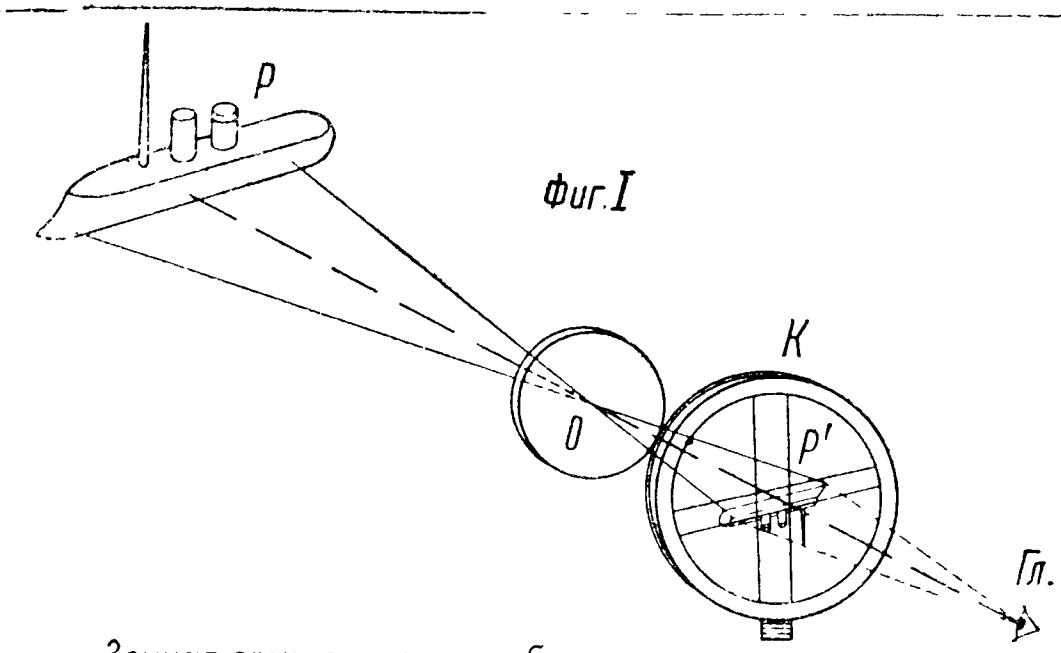
5. ПРИЗМЕННАЯ ЗРИТЕЛЬНАЯ ТРУБА

Обратимся опять к телескопической системе Кеплера и покажем, что путем введения в систему ряда призм с полным внутренним отражением можно повернуть изображение так, что оно окажется выпрямленным и без применения оборачивающей системы из линз. Наиболее распространенной и простой оборачивающей призменной системой является система Порро (рис. 4, фиг. *IV*). Из чертежа видно, что эта система состоит из двух прямоугольных призм $П_1$ и $П_2$, расположенных друг к другу под углом 90°. Действительно, после четырехкратного отражения лучей при прохождении этих призм получается поворот изображения на 180°. В отличие от прямой зрительной трубы, эта система отличается компактностью и потому применяется как бинокулярная система в призменных биноклях. Призмы полного внутреннего отражения применяются в целом ряде оптических наблюдательных приборов, к которым относятся:

1) коленчатые зрительные трубы;
2) перископические зрительные трубы;
3) панорамные зрительные трубы.

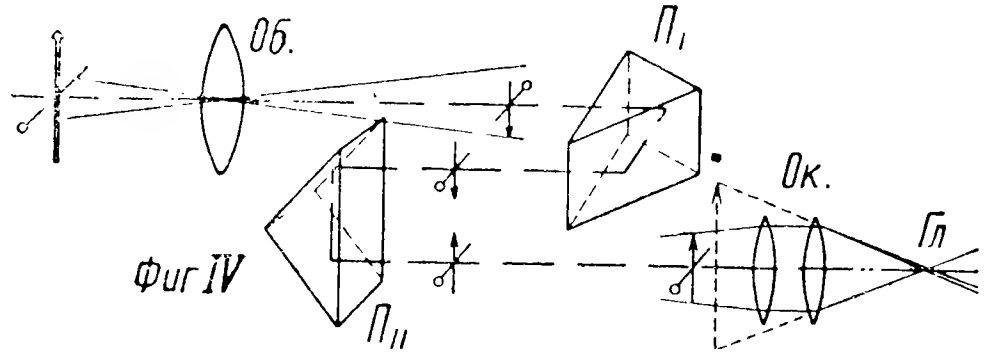
В начале XX столетия в военной практике появились прямые зрительные трубы с переменным увеличением, непрерывно изменяющимся от наименьшего до наибольшего (панкратические трубы).

Преимущество этих последних труб заключается в том, что, найдя цель при малом увеличении и большом поле зрения, наблюдатель, не отрываясь от окуляра и не теряя цели из поля зрения, может уточнять наводку или производить более детальное изучение цели, постепенно вводя все большее увеличение.



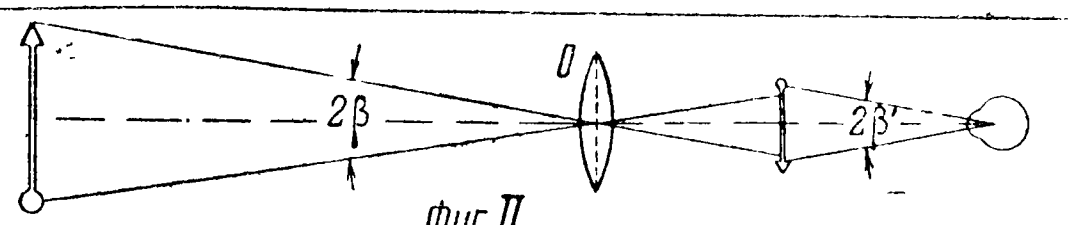
Фиг. I

Земная зрительная труба с призменной оборачивающей системой ПОРРО

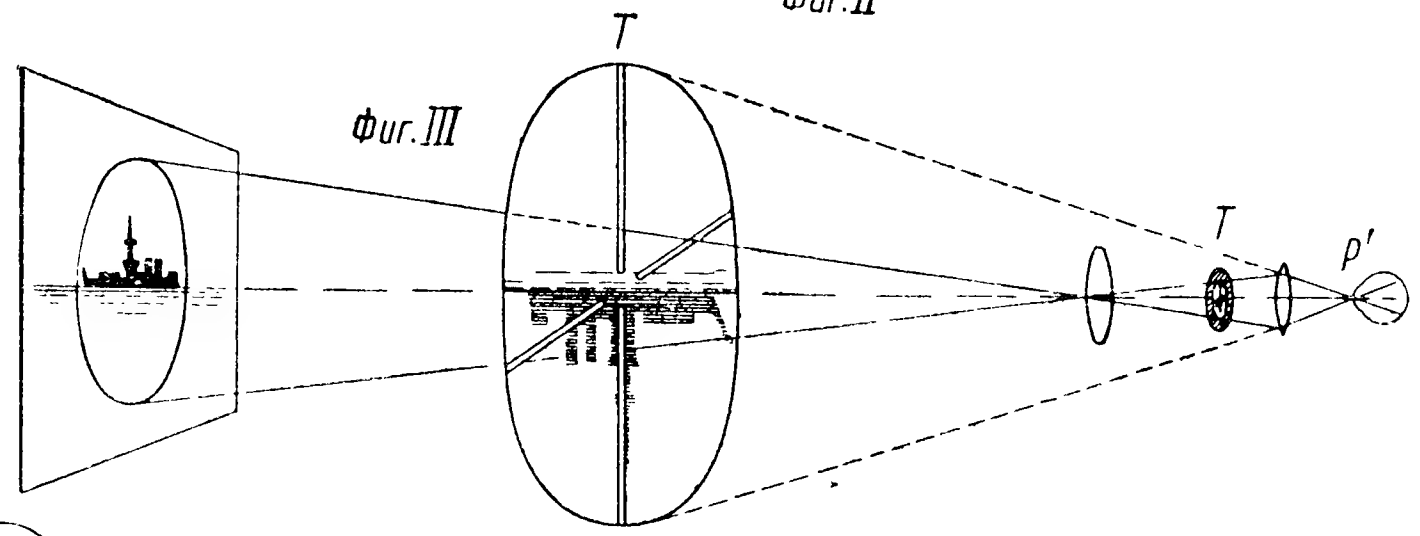


Фиг. IV

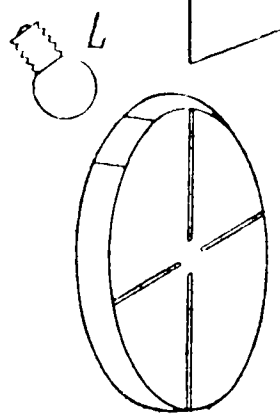
Прицепливание при помощи одного объектива



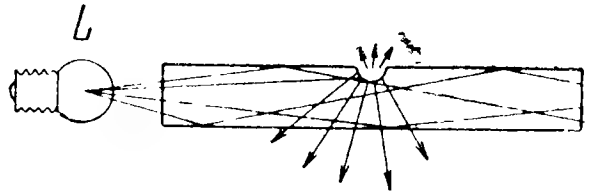
Фиг. II



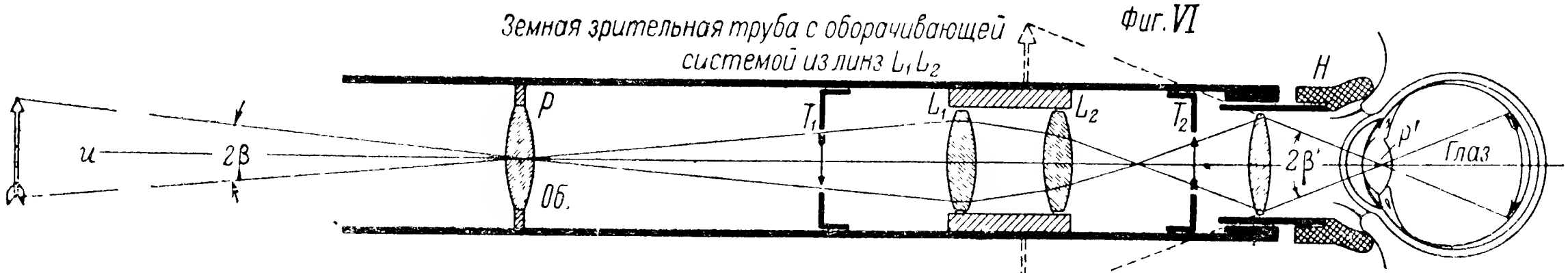
Фиг. III



Фиг. V

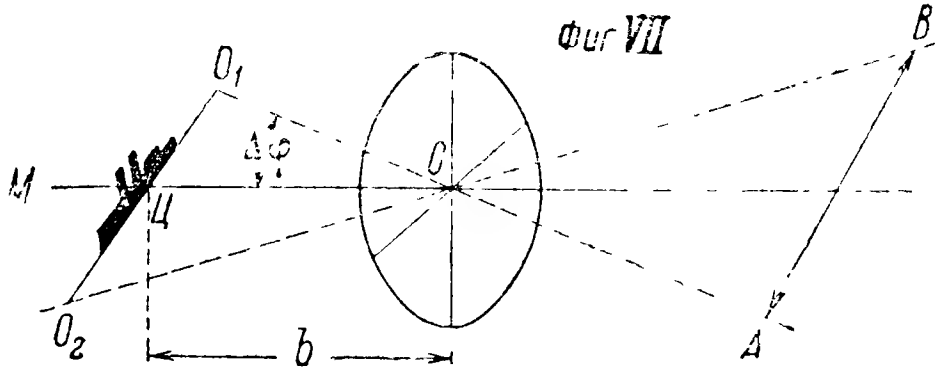


Земная зрительная труба с оборачивающей системой из линз $L_1 L_2$

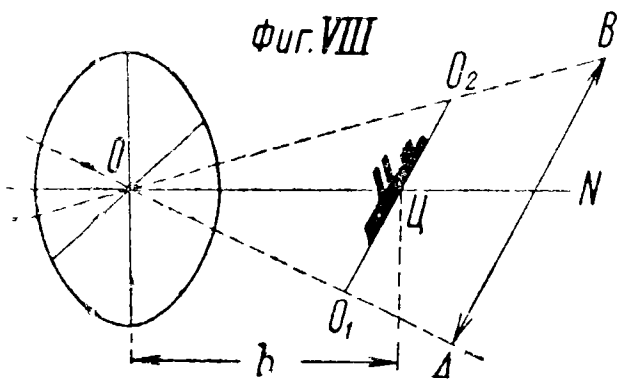


Фиг. VI

Фиг. VII



Фиг. VIII



Фиг. IX

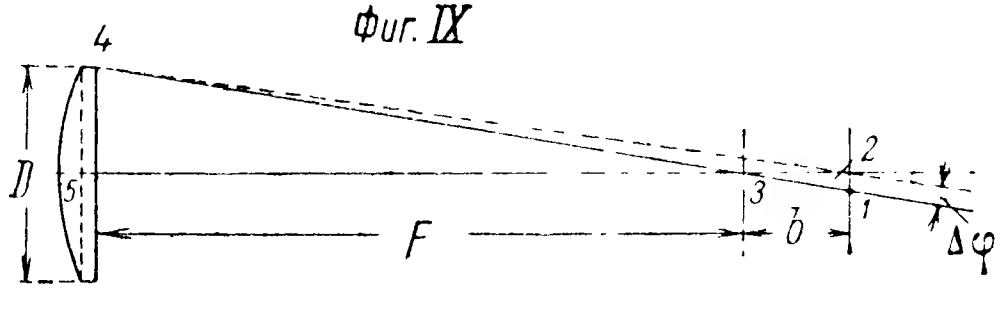


Рис. 4. Оптические прицельные устройства

Оптические зрительные трубы нашли применение в специальных приборах кроме целей наблюдения, так же как приборы визирные, угломерные, дальномерные и для корректировки стрельбы.

Для того, чтобы полностью охарактеризовать значение зрительных труб в упомянутых областях, в последующем разделе будут изложены принципы устройства визирных, угломерных и дальномерных приспособлений, а также дана сравнительная оценка различных вариантов этих приборов.

6. ВИЗИРОВАНИЕ

В наблюдательных, угломерных и прицельных приборах для точного наведения прибора в определенную точку пространства (точка отметки, цель, ориентир и т. п.) необходимо иметь приспособление, позволяющее проводить через две точки, определенно фиксированные по отношению к прибору, воображаемую прямую линию, которая должна пройти через наблюдаемый предмет при наводке. Эта нематериальная прямая линия в приборе называется в и з и р н о й л и н и е й, а приспособление, с помощью которого определяется положение этой линии на приборе, — в и з и р о м.

Визированием или наводкой называется приведение визирной линии в такое положение, при котором эта линия проходит через наблюдаемый предмет, визируемый на местности (рис. 5).

Наиболее простыми визирами являются такие механические приспособления, как мушка и целик, перекрестие нитей и отверстие, алидада с диоптрами и т. д.

Положение визирной линии в этих приборах определяется двумя точками: *а* — предметной и *в* — глазной (фиг. *I*, *II* и *III*).

Материально места этих точек оперделяются: в механизме «мушка и целик» (фиг. *I*) вершиной острия мушки *а* и серединой прорези *в* целика; в визире (фиг. *II*) точка *а* — перекрестием, а точка *в* — малым отверстием в диске, к которому при визировании подводится глаз наблюдателя.

Процесс наводки визирной линии на наблюдаемую точку состоит в том, что глаз наблюдателя, помещенный за визиром (фиг. *I*), должен совместить все три точки (*А* — предмет, точку *а* и точку *в*) в одну.

Однако этот способ наводки визирной линии на цель допускает значительные ошибки при наведении как случайные, так и систематические. Эти ошибки, главным образом, зависят от физиологической особенности глаза не видеть одновременно одинаково резко несколько предметов, расположенных в разноудаленных от глаза плоскостях. К систематическим ошибкам относится ненормальная рефракция глаза, например, астигматизм. Практика показала, что точность наводки простым визиром (мушка—целик) лишь 3′—5′.

Дальнейшее уточнение наводки получается путем применения в качестве визира коллиматора (фиг. *IV*), который дает возможность совместить плоскость цели с крестовиной путем помещения крестовины *К* на расстоянии фокусного расстояния *F* от линзы O_6. В этом

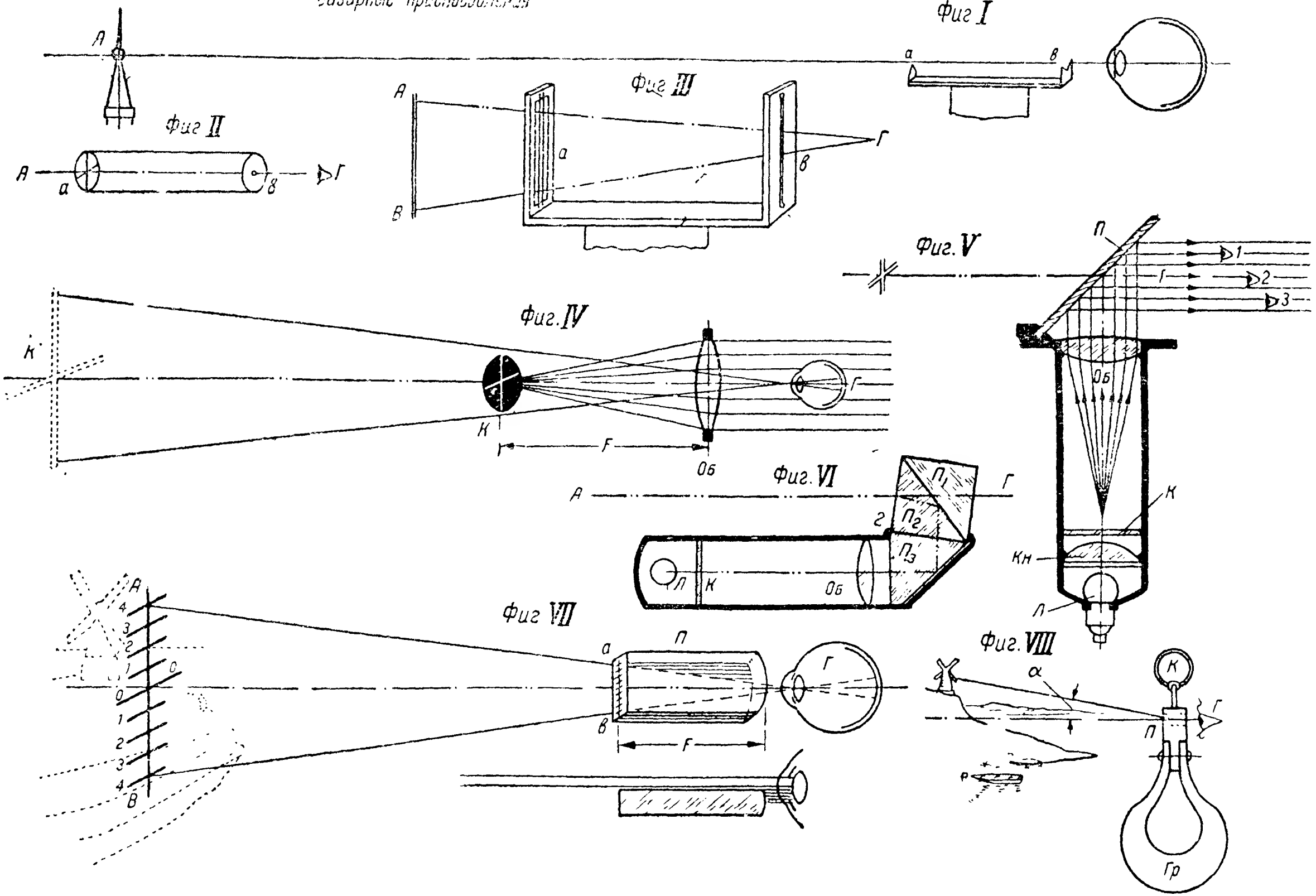


Рис. 5. Визирные приспособления.

случае для глаза наблюдателя *Г*, помещенного за линзой, в пучках параллельных лучей марка кажется перенесенной на бесконечность *К'*. Двумя точками для дачи направления визирной линии в данном визире являются центр крестовины и центр объектива. Визир, построенный на этом принципе, представляет собой следующий механизм (фиг. *V*).

Крестовина *К* в виде прозрачного креста на темном фоне освещается источником света *Л* с помощью конденсера $К_н$. Крестовина *К* помещена в фокальной плоскости объектива $О_б$. За объективом, под углом 45° к визирной линии, поставлена плоскопараллельная прозрачная пластинка *П*, от которой лучи частично отражаются и попадают в глаз наблюдателя. Одновременно наблюдатель через пластинку *П* видит и ландшафт, на который проектируется крестовина *К*. Она не будет сходить с цели при перемещении глаза *Г* в пределах цилиндра, сечение которого равно отверстию объектива *О*.

На фиг. *VI* изображено такое же визирное приспособление, в котором пластинка *П* заменена тремя прямоугольными призмами $П_1$, $П_2$, $П_3$, поставленными с таким расчетом, что луч от коллиматора, после полного внутреннего отражения от гипотенузной плоскости первой призмы, частично отражается от плоскости *1—2* и, проходя через вторую и третью призмы, попадает в глаз наблюдателя *Г*, который одновременно через эти призмы, как через плоскопараллельную пластинку, видит и цель.

На том же принципе основан угломерный прибор, изображенный на фиг. *VII*. В фокальной плоскости сферической поверхности призмы *П* помещена градусная сетка *ав*. Смотря по краю этой призмы, как показано на рисунке, в глаз наблюдателя *Г* одновременно попадают лучи как от сетки, так и от ландшафта *АВ*, и получается впечатление, что градусная сетка *ав* перенесена на ландшафт.

Призма, подобная описанной на фиг. *VII*, применена изобретателем Субботиным в его приборе «уклономер» (фиг. *VIII*).

Здесь призма *П* монтирована в оправу *Гр*, представляющую роль отвеса. Держа прибор отвесно за кольцо *К*, подносят его к глазу наблюдателя *Г* так, чтобы он одновременно видел и градусную шкалу, спроектированную на местность, и ландшафт самой местности. При этом наблюдатель может определить угол возвышения α каких-либо объектов над горизонтом.

Линза объектива *О*, взятая в отдельности (рис. 4, фиг. *I* и фиг. *II*), может служить также визирным устройством. Если в фокальной плоскости *F*, где помещается действительное обратное изображение ландшафта, поставить марку *p'* в виде целика или креста нитей, то центр объектива и центр крестовины в данном случае будут определять положение визирной линии.

Это устройство имеет то преимущество перед простым целиком и мушкой, что изображение цели *p'* и крестовины *К* находятся в одной плоскости и могут быть одновременно резко видимы глазом *Г*.

К недостаткам этого приспособления относятся:

1) наводчик должен ловить глазом на расстоянии ясного видения

витающее в плоскости целика изображение, что делает прибор неудобным для пользования;

2) при пользовании одним объективом изображение цели кажется во столько раз увеличенным, во сколько фокусное расстояние F объектива больше расстояния ясного видения (250 *мм* для нормального глаза). Поэтому для увеличения, например, 4× фокус объектива нужно взять равным $250 \times 4 = 1000$ *мм*, что делает визирное приспособление чрезвычайно громоздким;

3) изображение цели получается перевернутым на 180° (фиг. *I*), что может вводить в заблуждение при наводке.

Наиболее совершенным визирным устройством является зрительная земная труба с оборачивающей системой из призм или линз. Точками, определяющими положение визирной линии, в этом случае являются центр объектива и центр крестовины, помещенной в первой или во второй фокальной плоскости. Помещение крестовины в первой фокальной плоскости трубы имеет преимущество в отношении простоты юстировки.

При данном увеличении поле зрения трубы зависит от конструкции окуляра, т. е. от того, какую часть изображения, даваемого объективом (фиг. *III*), он может охватить и сделать резко видимой. В обычном окуляре Кельнера $2\beta'$ не превосходит 50°; поэтому для этих окуляров объективное поле зрения трубы получается делением $50 : \Gamma$ (увеличение). Для того, чтобы видимое в трубу поле зрения было резко очерчено, в фокальной плоскости окуляра устанавливается диафрагма поля зрения T (фиг. *III*), линейный размер которой определяется из уравнения

$$\text{диаметр } T = 2f \operatorname{tg} \beta.$$

Для использования полностью поля зрения трубы и светосилы (рис. 4, фиг. *VI*) зрачок глаза наблюдателя должен быть точно помещен в плоскости выходного зрачка p' трубы. Для этого глаз фиксируется в этом положении наглазником H (эластичным), насаженным на оправу окуляра. Этот же наглазник служит для защиты от ветра и от попадания бокового света. Чтобы ресницы наблюдателя не касались поверхности последней линзы окуляра, расстояние выходного зрачка делается не менее 10—12 *мм* от этой поверхности. При пользовании зрительной трубой в противогазовой маске это расстояние делается не менее 22—25 *мм*. На рис. 8 показаны специальные окуляры с удаленным выходным зрачком.

Для более успешного наблюдения при разных условиях освещения цели зрительная визирная труба снабжается светофильтрами, помещенными за окуляром в специальной оправе.

Как было сказано, в прямых зрительных визирных трубах крестовина помещается либо в первой фокальной плоскости T_1 либо во второй T_2.

Крестовина обычно наносится гравировкой алмазом на стеклянную плоскопараллельную пластинку (рис. 5, фиг. *V*) с последующим травлением плавиковой кислотой.

В визирных трубах фокальная плоскость T может быть использована для помещения в ней угломерной сетки. Линейный размер одного деления h сетки рассчитывается по формуле:

$$h = F \operatorname{tg} \alpha,$$

где F — фокусное расстояние объектива,

α — угловая величина одного деления сетки.

Для пользования оптическим визиром ночью крестовина освещается боковым источником света $Л$, лучи от которого, входя в пластинку крестовины, испытывают от параллельных сторон полное внутреннее отражение и выходят наружу только в том месте, где нанесена крестовина, которая поэтому кажется светящейся. Фиг. *IV* показывает схему земной зрительной трубы с оборачивающей системой из призм Порро.

Из описания трех групп визирных приспособлений видно, что каждая из этих групп имеет свои недостатки и преимущества. Поэтому в современных оптических приборах можно встретить визиры самых разнообразных конструкций в зависимости от тех требований, которым должны удовлетворять визиры в каждом частном случае.

Простой механический визир из мушки и целика, благодаря тому, что при пользовании им не урезывается поле зрения и наблюдатель охватывает все пространство, видимое невооруженным глазом, находит широкое применение в качестве и с к а т е л я для предварительной неточной наводки визирной линии на определенный объект в пространстве. Так, например, оптическая визирная труба 10× увеличения и с ограниченным полем зрения в 5°, снабженная искателем в виде мушки и целика, позволяет сперва отыскать точку наводки с помощью искателя в пределах пространства, охватываемого глазом наблюдателя (100—120°), и потом уточнить наводку путем визирования через зрительную трубу. Очевидно, что искатель при установке на трубе должен быть монтирован так, чтобы визирная линия целик — мушка была параллельна визирной линии трубы.

Визиры, построенные на принципе коллиматора, нашли применение в тех условиях пользования визиром, когда глаз наблюдателя не может быть точно фиксирован при наводке прибора на визируемую точку, например, когда наблюдатель визирует из танка на ходу, с самолета или с установок, подверженных различным сотрясениям. Благодаря тому, что коллиматорный визир не дает параллакса (смещения крестовины по отношению к точке визирования) при колебаниях глаза наблюдателя в пределах сечения параллельных пучков лучей, равных диаметру объектива коллиматора, этот визир нашел применение на упомянутых выше установках.

7. ОШИБКИ НАВЕДЕНИЯ ПРИ ПОЛЬЗОВАНИИ ОПТИЧЕСКИМ ВИЗИРОМ

Для невооруженного глаза ошибки наведения одинаково резко видимых наводимых друг на друга предметов не должны превосходить 30—40″ величины разрешающей способности нормального глаза.

В линейной мере наибольшая ошибка наведения, выраженная в метрах, не должна превосходить для разных расстояний D величин:

$$\delta = \frac{2\pi D\, 1000\,(30'')}{1\,296\,000''} = \frac{D\, 1000\, 30''}{200\,000''}.$$

Это дает приближенно:

D км	δ м	D км	δ м
1	0,15	5	0,75
2	0,30	6	0,90
3	0,45	7	1,05
4	0,60	8	1,20

Для того чтобы использовать всю точность наведения, возможную для невооруженного глаза, надлежит, как это уже было сказано, сделать цель и наводимую на нее крестовину одинаково резко видимыми глазом.

Если необходимо величину ошибки δ уменьшить еще в несколько раз, то мы должны уменьшить во столько же раз расстояние D. Эту возможность как раз дает оптический визир с определенным увеличением Γ оптической системы. Тогда наибольшая угловая ошибка будет $\frac{30''}{\Gamma}$, а линейная — $\frac{\delta}{\Gamma}$ $м$. Но при применении оптического визира, кроме рассмотренных ошибок при наведении, могут еще происходить ошибки от конструктивных особенностей или недостатков трубы и ее установки. Ошибки эти могут происходить, главным образом, от неправильности установки самого визира по отношению к прибору, на котором он установлен, и от наличия параллакса оптической системы.

Теперь рассмотрим, в чем заключается ошибка от параллакса. Параллакс появляется в том случае, когда плоскость, в которой лежит изображение, даваемое объективом, не совпадает с плоскостью нитей крестовины. Пусть на фиг. *VII* и фиг. *VIII* (рис. 4) O будет перекрестье нитей, $Ц$ — изображение цели в фокальной плоскости объектива, MN — оптическая ось трубы, AB — диаметр выходного зрачка. Пусть плоскости крестовины и изображения цели не совпадают, а именно: плоскость крестовины находится впереди по отношению к плоскости O_1—O_2 изображения цели. Если глаз находится точно на оптической оси трубы, то центр крестовины будет проектироваться на середину цели. При перемещении глаза в пределах глазного кружка центр креста будет казаться перемещающимся по отношению к цели. Когда глаз будет находиться на краю A глазного кружка, перемещение будет наибольшим. При пользовании зрительной трубой нельзя избежать перемещений глаза в плоскости выходного зрачка, а потому смещение, вызванное параллаксом, будет влиять на точность наводки. Обращаясь к рисунку, видим, что величина φ этой неточности будет

зависеть от величины b — расстояния между плоскостью изображения и плоскостью нитей крестовины и от величины самого выходного зрачка $AB = p'$. Поэтому наибольшую величину угловой ошибки $\Delta\varphi$ можно приближенно выразить формулой

$$\Delta\varphi = \pm \frac{1}{2} \frac{bD}{F^2},$$

где D — диаметр объектива,
F — фокусное расстояние объектива.

Пусть на фиг. IX (рис. 4)

$$1 - 2 = h,$$

$$4 - 5 = \frac{D}{2},$$

$$3 - 2 = b,$$

тогда из подобия треугольников $\triangle(5-4-3)$ и $\triangle(2-3-1)$ имеем

$$\frac{h}{b} = \frac{D}{2F}; \quad h = \frac{Db}{2F},$$

где F — фокусное расстояние объектива D.

По малости угла $\Delta\varphi$ можно считать $\Delta\varphi = \frac{h}{F \pm b}$;

подставляя в эту формулу значение h, имеем

$$\Delta\varphi = \frac{Db}{2F(F \pm b)}.$$

Пренебрегая величиной b в сравнении с F, имеем $\Delta\varphi = \frac{Db}{2F^2}$.

Например, при $D_{об} = 40$ *мм*,

$$F = 240 \text{ мм и}$$

$$b = 0{,}2 \text{ мм}$$

получим:

$$\Delta\varphi = \pm \frac{1}{2} \frac{40 \cdot 0{,}2}{240^2} \cong 14''.$$

Параллакс может появиться не только вследствие неправильного расположения или смещения пластинки с крестом, но и вследствие наведения зрительной трубы на относительно близкий предмет.

8. УСТАНОВКА ВИЗИРОВ НА ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРАХ

Как было сказано, визирная линия, определяемая двумя точками, в визире должна находиться в строго определенном положении по отношению к самому прибору в целом.

Например, если визир устанавливают на угломерный лимб, то задают, какому диаметру этого лимба должна быть параллельна визирная линия визира (0—30 т. или 0—180°).

Если визир устанавливается на прицельное приспособление, то его ось должна быть параллельна оси канала орудия при углах прицеливания и боковой поправке, равных нулю.

Такая установка визира на приборе достигается или простой подгонкой места крепления визира или приспособлениями, которые позволяют наклонять визир на приборе в некоторых пределах и после достижения нужной установки закреплять.

Когда требуется взаимозаменяемость одного визира другим, то деталь, которой визир крепится на приборе, делается по калибру, причем направляющая этой детали изготовляется так, чтобы она была в строго определенном положении к визирной линии визира. Эта направляющая может быть в виде ласточкина хвоста, параллельного оптической оси визира или образующей цилиндра, которым визир вставлен в оправу на приборе.

ГЛАВА III

БИНОКЛИ

1. БИНОКУЛЯРНЫЕ ЗРИТЕЛЬНЫЕ ТРУБЫ

Бинокулярные зрительные трубы представляют соединение двух монокулярных зрительных труб, скрепленных между собой шарнирным механизмом так, что оптические их оси получаются параллельными при всех установках половинок прибора по расстоянию между глазами наблюдателя в пределах от 72 до 54 *мм* (рис. 6, фиг. *I*—*V*).

Цель применения таких приборов заключается в том, чтобы, во-первых, дать возможность наблюдать обоими глазами одновременно, что уменьшает утомляемость глаз при наблюдении, и, во-вторых, дать известную стереоскопичность, что облегчает более детальное изучение наблюдаемой местности по глубине (фиг. *VI*).

Что касается стереоскопичности бинокулярных зрительных труб, то здесь различают полную стереоскопичность и удельную стереоскопичность. Удельной стереоскопичностью называется отношение расстояния между объективами к расстоянию между окулярами. Полной пластичностью или стереоскопичностью называется произведение удельной пластичности на увеличение.

Для получения неискаженной перспективы наблюдаемой местности необходимо, чтобы удельная пластичность была в данном приборе равной увеличению.

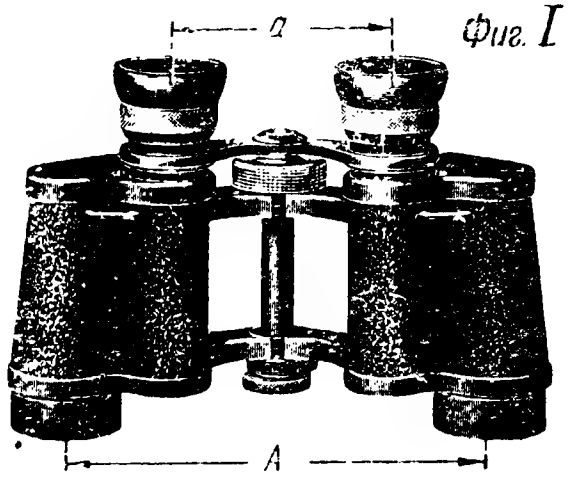
К военным бинокулярным зрительным трубам относятся бинокли призменные и типа трубы Галилея, малые и большие стереотрубы. Основные типы биноклей, применяемых в военной практике, приведены в таблице на стр. 27.

Бинокулярные зрительные трубы с револьверными окулярами на три увеличения, приведенные на фиг. *IV* (рис. 6), с увеличением 12×, 24× и 42×, диаметром объектива 60 *мм* и на фиг. *V* с увеличением 12×, 20× и 40×, диаметром объектива 80 *мм* служат, главным образом,

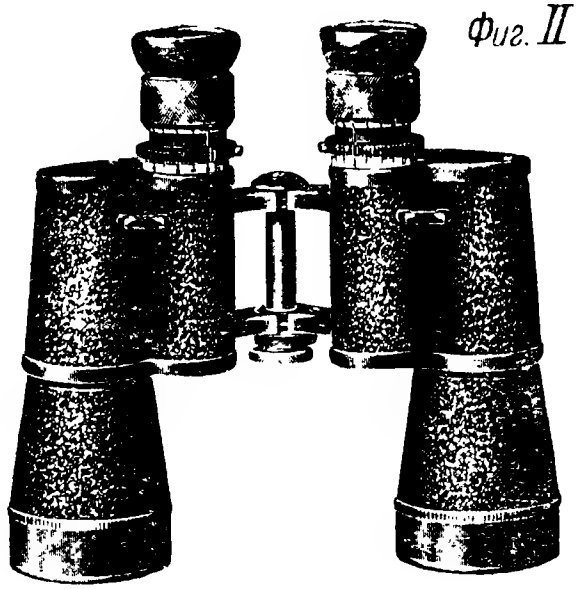
Обозначения	Увеличение	Действительный диаметр объектива (в *мм*)	Поле зрения: в угловых мерах	Поле зрения: в тысячных дистанциях	Выходной зрачок (в *мм*)	Вес без футляра приблиз. (в *кг*)	Рисунок 6	Примечания
1) Бинокулярная зрительная труба	6	24	8,5°	150	4	0,475	фиг. *I*	
Бинокулярная зрительная труба	6	30	8,5	150	5	0,540	фиг. *II*	Преимущественно ночной бинокль
Бинокулярная зрительная труба	7	50	7,3	128	7,1	1,175	фиг. *III*	
Бинокулярная зрительная труба	8	24	6,3	110	3	0,390		
Бинокулярная зрительная труба	8	24	8,75	154	3	0,560		
Бинокулярная зрительная труба	8	30	8,5	150	3,75	0,600		
Бинокулярная зрительная труба	8	40	8,75	154	5	1,090		
2) Бинокулярная зрительная труба с 3 различными увеличениями	12		4,1°	72	5			Со штативом и футляром 11,9 *кг*
	24	60	2,0	35	2,5	4,750		
	42		1,0	17,5	1,4			
3) Бинокулярная зрительная труба с 3 различными увеличениями	12		3,5°	61	6,7			Со штативом и футляром 22,8 *кг*
	20	80	2,1	36	4	8,600		
	40		1,0	18	2			
4) Бинокулярная зрительная труба	8	60	8,75°	154	7,5	4,400		

для наблюдения на больших расстояниях и как специальные приборы для обмена сигналами. Пользуются этими трубами обыкновенно со штатива с приспособлением для точной наводки в вертикальной и горизонтальной плоскости. Обе половинки труб могут быть раздвинуты так, что трубой могут пользоваться два наблюдателя одновременно, наблюдая в прибор, как в монокулярные трубы.

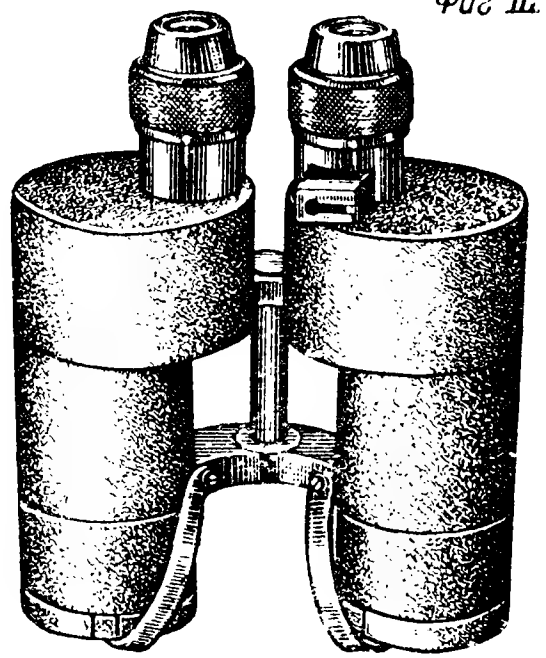
Фиг. I



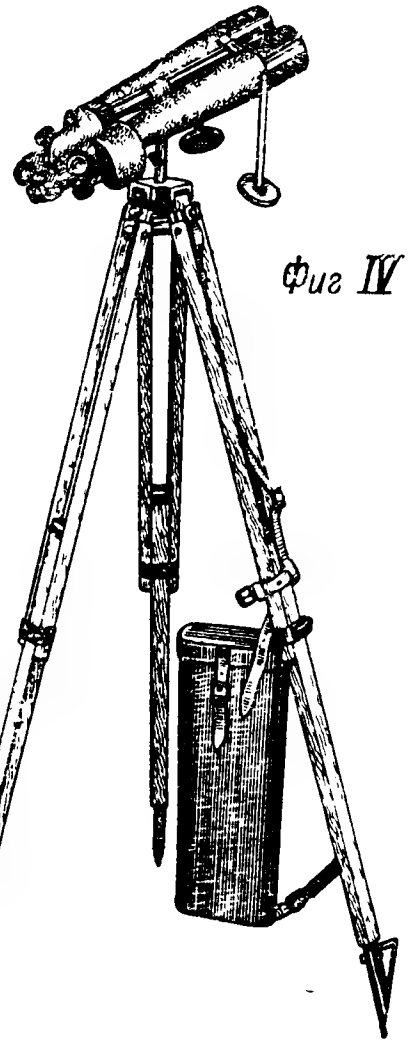
Фиг. II



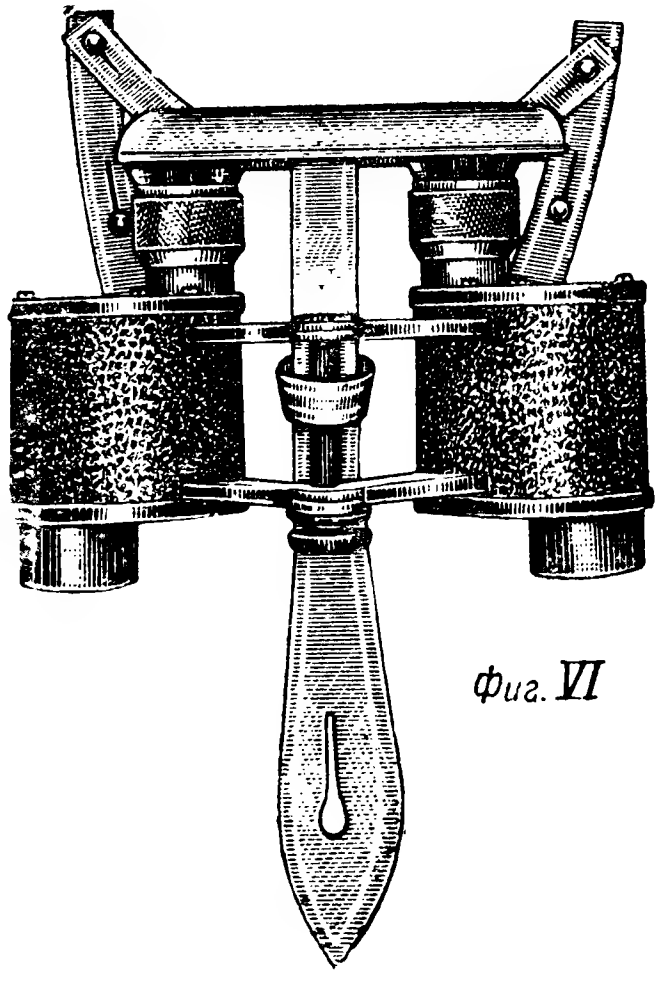
Фиг III.



Фиг IV



Фиг. VI



Фиг V

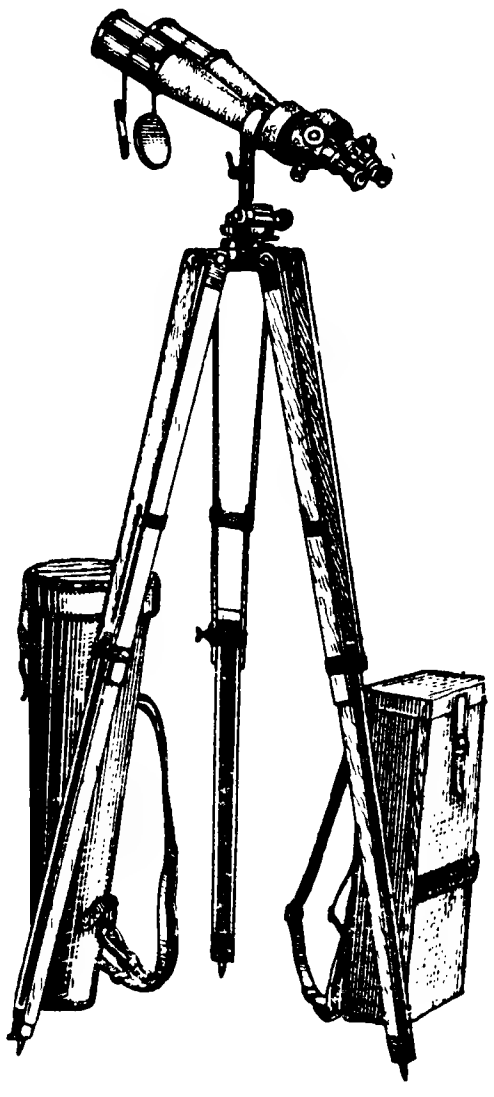


Рис. 6. Бинокулярные зрительные трубы.

2. ПРИЗМЕННЫЙ БИНОКЛЬ

А. Назначение

Призменный стереобинокль как военный наблюдательный прибор, служит для детального изучения местности, отыскивания цели и наблюдения за боем. Как угломерный прибор бинокль служит для измерения горизонтальных и вертикальных углов на местности, для корректировки артиллерийского огня и для определения расстояния до целей, размеры которых известны (рис. 6, 7, 8, 9 и 10).

Б. Основа устройства бинокля

Каждая половинка бинокля представляет собой земную зрительную трубу с оборачивающей системой из призм (рис. 7). Оптическая

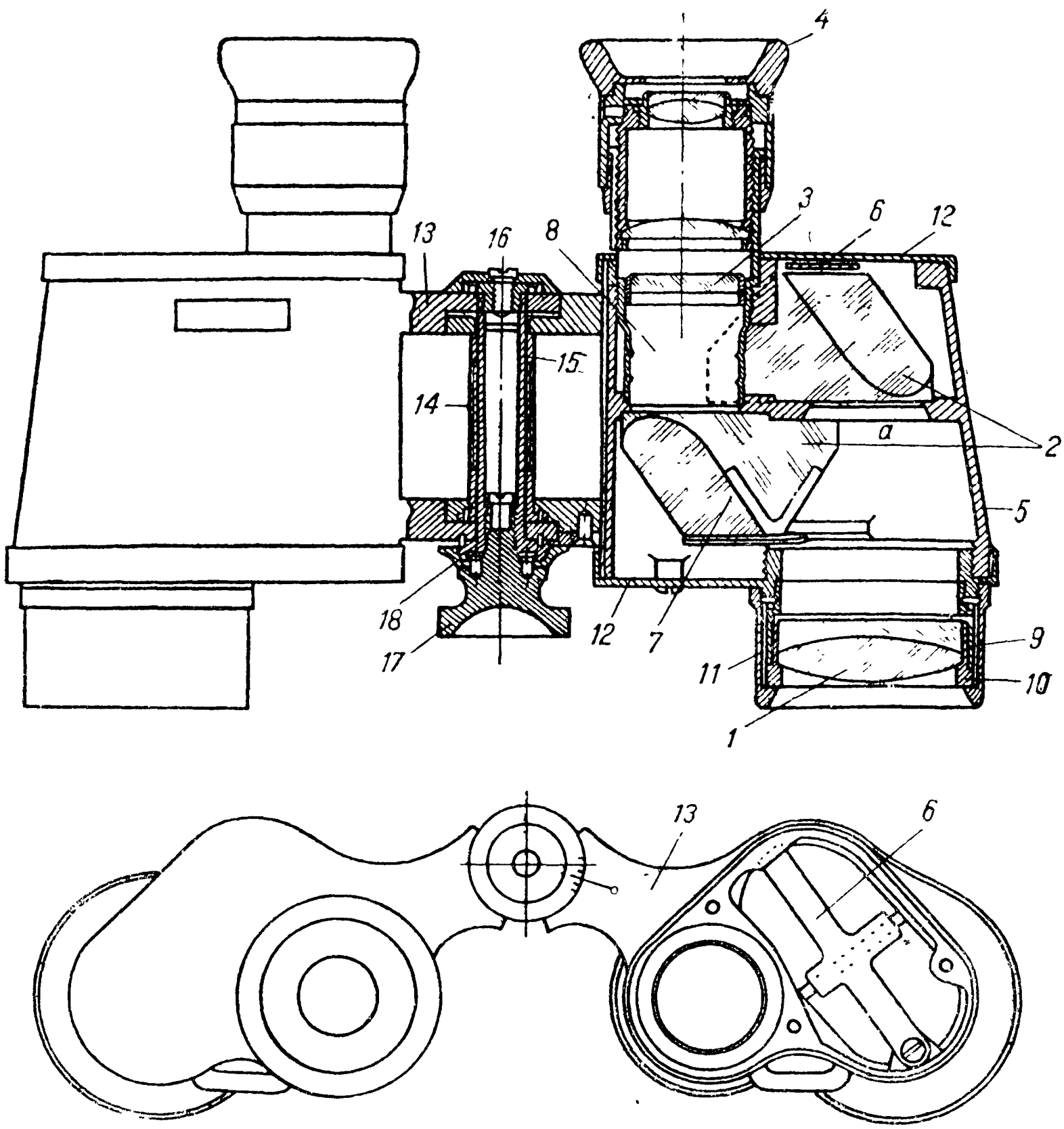


Рис. 7. Схемы призменного бинокля 6× увеличения.

система бинокля, принятого на вооружение, состоит из следующих элементов: ахроматического объектива *1*, склеенного из двух линз, двух призм Порро *2* и сложного окуляра системы Кельнера или

Эрфле, а последнее время — окуляра с удаленным выходным зрачком, который позволяет работать с биноклем в противогазовой маске (рис. 8). В правой половинке бинокля вставляется угломерная сетка *3*, а на окуляры бинокля надеваются съемные светофильтры *4*. Применение в бинокле призм Порро имеет целью сделать габаритные размеры прибора возможно компактными, так как, благодаря четырем отражениям в призмах, путь луча от объектива до окуляра делает две петли, сближая окуляр с объективом; одновременно эти призмы служат и оборачивающей изображение системой.

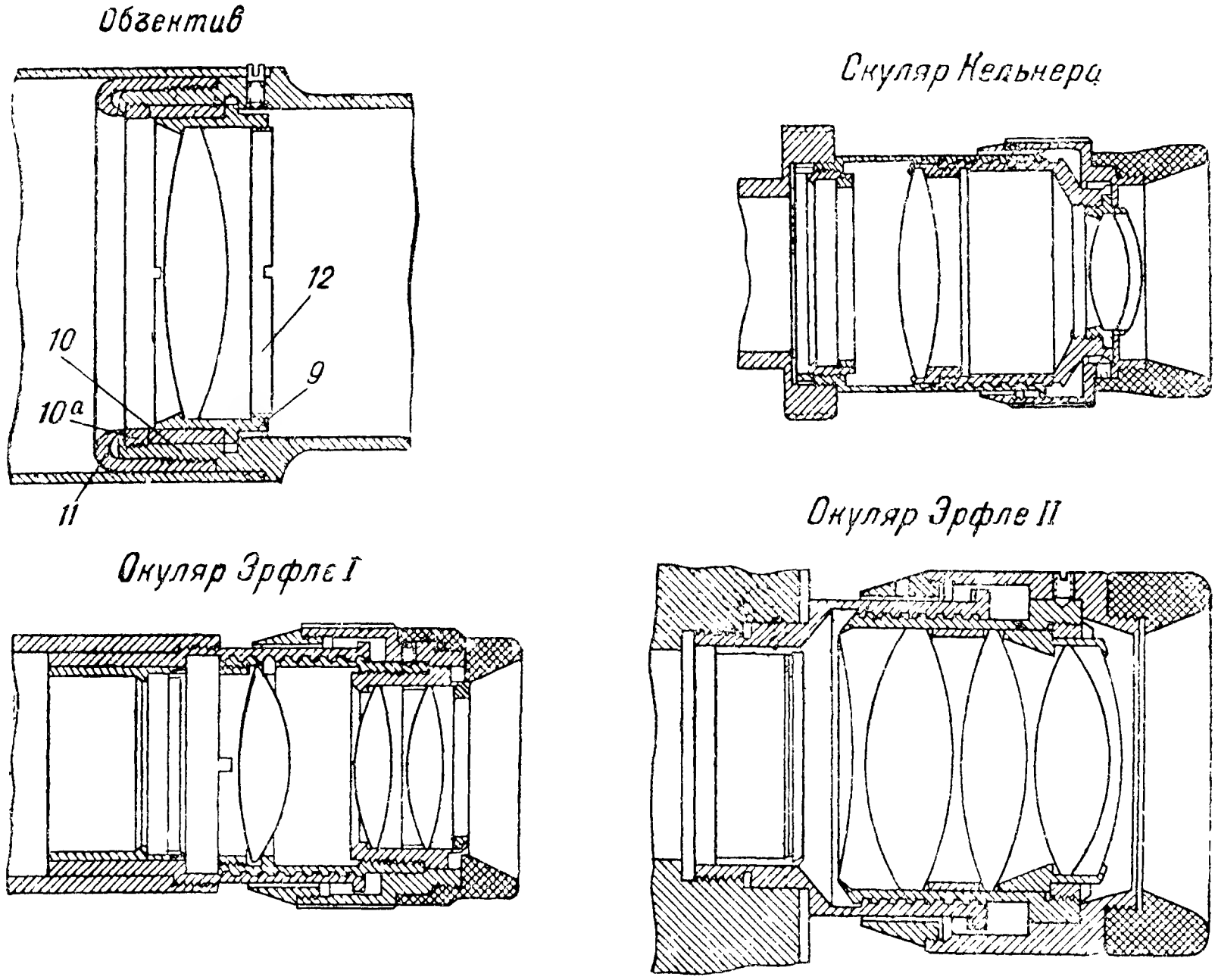


Рис. 8. Конструкция объектива и окуляров призменного бинокля.

Для того, чтобы удобнее было производить юстировку параллельности осей двух половинок бинокля, оправа объектива состоит из двух эксцентрических колец, поворотом которых дается возможность смещать центр объектива в любом направлении в перпендикулярной плоскости к оптической оси прибора. Как уже было сказано, в правой половинке бинокля устанавливается дальномерная сетка *3* (рис. 7), цена делений которой между крупными штрихами равна 00—10 делений угломера, а между малыми 00—05 делений угломера.

В. Описание конструкции призменного бинокля

Корпус бинокля *5* (рис. 7) представляет собой алюминиевую отливку, имеющую внутри перегородку *а* (мостик, на котором монтируются призмы Порро). Своей гипотенузной стороной призмы уста-

навливаются в выфрезерованные в мостике гнезда и сверху прижимаются пружинящей планкой *6*. Для того, чтобы свет не проходил непосредственно из объектива в окуляр через призмы, они покрываются тонким вороненым кожухом *7*. Для того, чтобы изображение, даваемое биноклем, не получалось наклонным по отношению к рассматриваемому ландшафту, призмы в своих гнездах должны стоять строго под углом 90° друг к другу, а это требует точного выполнения фрезеровки гнезд на мостике под этим углом. Между окуляром и поверхностью призмы вставляется так называемая пыльная трубка *8*, назначение которой — предохранять поверхность сетки от попадания на нее пыли, так как самые мельчайшие соринки, попадая в фокальную плоскость прибора, резко видны через окуляр и мешают наблюдению.

Оправа объектива (рис. 8), как было уже упомянуто, имеет два эксцентричных кольца *9* и *10*, которые после юстировки бинокля на параллельность осей закрепляются зажимным кольцом *10* и вся объективная часть закрывается колпаком *11* (рис. 7). Оправы объектива и окуляра ввинчиваются в корпус бинокля, после чего сам корпус сверху и снизу закрывается наружными крышками *12*.

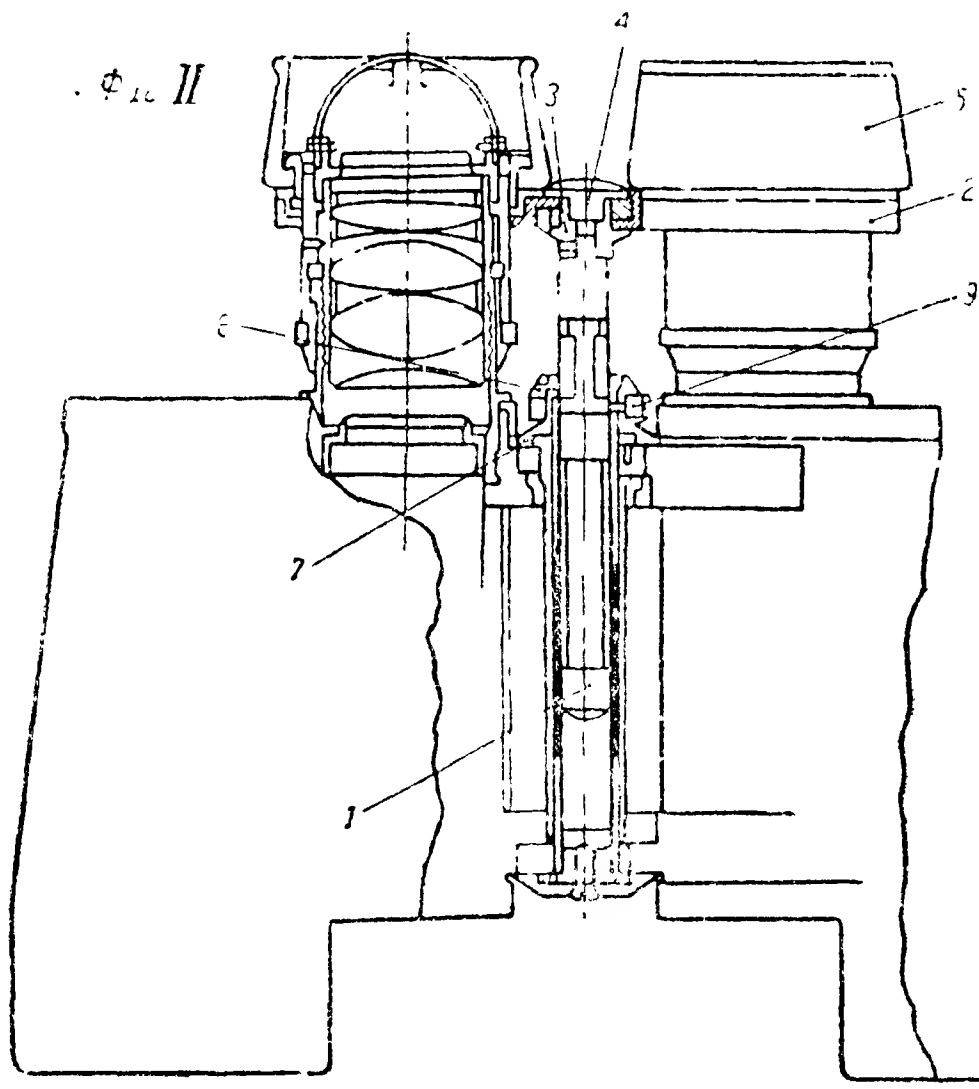
Одно целое с корпусом составляют лапки *13*, которые служат для шарнирного соединения двух половинок бинокля. Шарнир должен быть устроен так, чтобы при установке окуляров бинокля по расстоянию между глазами данного наблюдателя параллельность осей трубок не расстраивалась. В детали шарнирного соединения входят: распорная трубка *14*, трубчатая ось *15* шарнира, пробка с шайбой *16*, на которой нанесены деления, указывающие расстояние между окулярами.

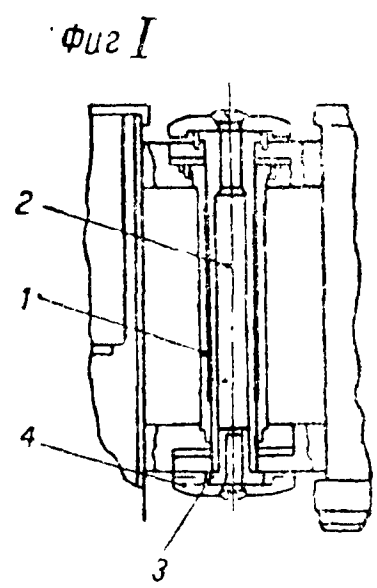
Ось шарнира соединена с лапкой одной половинки бинокля штифтами, а шайба с помощью выреза соединена с лапкой другой половинки бинокля. Поджимом гайки *17* создается трение между корпусом шайбы *18* и осью шарнира и тем обеспечивается надежное заклинивание одной половинки бинокля с другой. Цель такой конструкции заключается в том, чтобы поджим гайки не передавался на лапки шарнира и не расстраивал пригонку на параллельность осей.

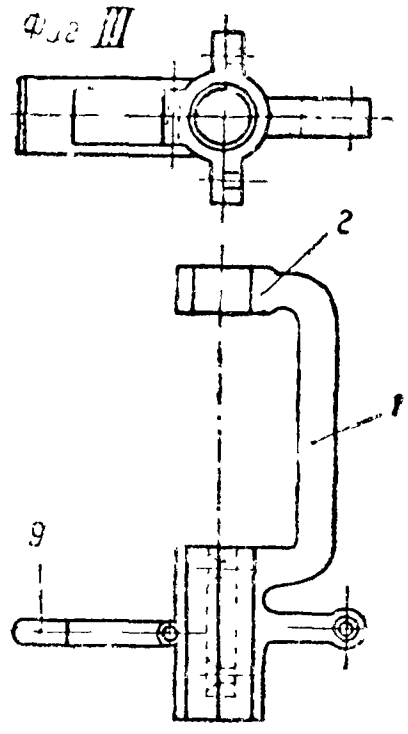
В последних образцах биноклей (рис. 9) перешли на иную конструкцию шарнира бинокля, а именно: поджимной гайкой обе половинки бинокля стопорят не намертво, а дают возможность все время вращать шарнир с определенным усилием, регулируемым специальным ключом.

Конструкция этого последнего шарнира показана на фиг. *1* (рис. 9). Шарнир состоит из наружной трубки *1*, внутри обработанной на конус. Внутрь этой трубки входит средняя ось *2* шарнира, обработанная тоже на конус с наружной поверхности. Конусность на трубках шарнира сделана для того, чтобы натяжением этих конусов создать соответствующее трение на большой поверхности, не препятствующее плавному повороту половинок бинокля вокруг оси шарнира. Натяг конусов совершается с помощью зажимной гайки *3*, которая подвинчивается специальным ключом, а потом закрывается защитной шайбой *4*. Такая же шайба закрывает и другой конец шарнира.

Для обеспечивания водонепроницаемости бинокля применяется густая смазка, которая вносится под края крышек биноклей и под объективные колпачки при окончательной сборке бинокля.







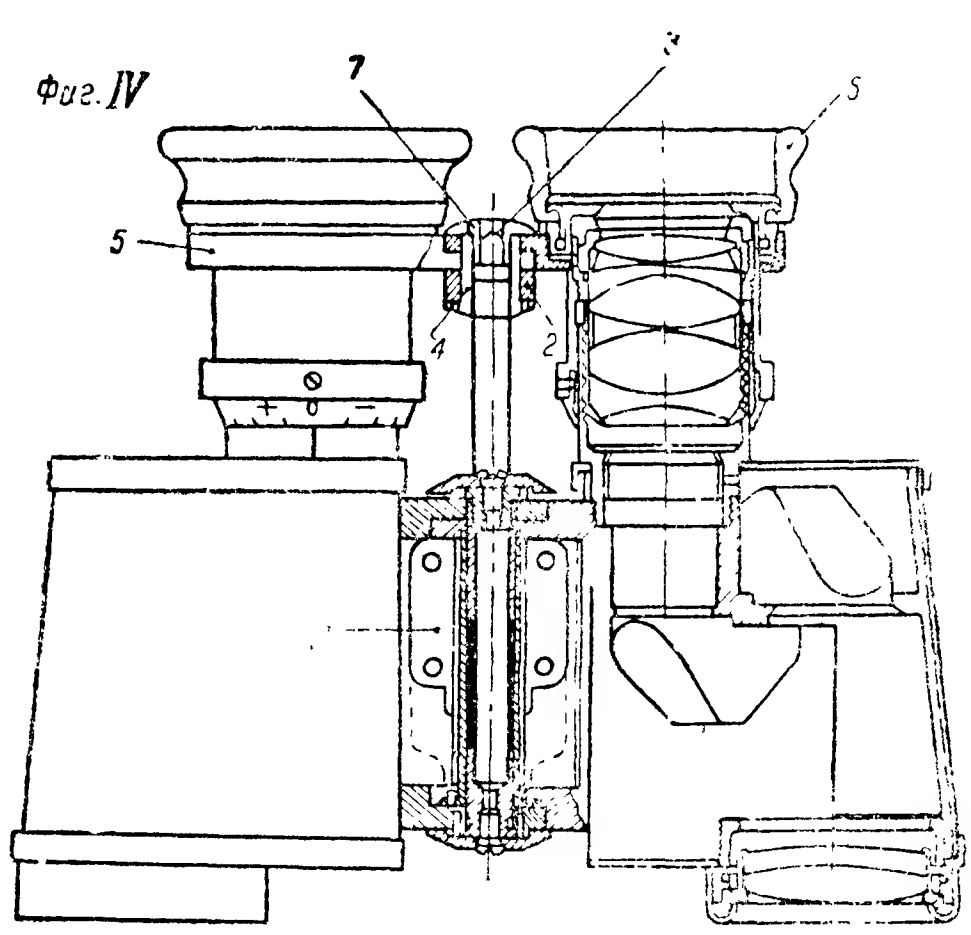


Рис. 9. Схемы биноклей с противогазовым наглазником.

Чтобы при наблюдении бинокль удобно было держать в руках, корпус зрительных трубок бинокля покрывается шероховатым резиновым холстом, который потом вулканизируется и покрывается черным печным лаком. Лаком покрываются и все остальные металлические наружные части.

Г. Кожаный футляр

В нерабочем состоянии бинокль укладывают в футляр.

Стенки футляра изготовляют из юфтовой кожи, корпус из одного слоя вулканизированной фибры. Внутреннюю подкладку футляра делают из пегамоида и склеивают с фибровым остовом. Снаружи к футляру прикреплен ремень для ношения бинокля через плечо; к задней стенке прикреплена кожаная петля для продевания поясного ремня. Кроме того, имеется специальная покрышка из твердой глянцевой кожи, которая надевается на окуляры для предохранения их от дождя.

Д. Принадлежности к биноклям

1. Шейный ремешок из черной глянцевой кожи.
2. Кожаная петля и пристегиваемая к шейному ремешку покрышка от дождя.
3. Кожаный футляр с плечевым ремнем и уложенными в нем запасной окулярной раковиной и парой желто-серых стекол — светофильтров, надеваемых на окуляры.
4. Ключ для подвинчивания шарнира (для последнего образца бинокля).

При применении в биноклях противогазового окуляра конструкция его должна быть изменена (рис. 9, фиг. *II* и *IV*).

Эта конструкция отличается от обычного окуляра тем, что берется сложный окуляр Эрфле с удаленным выходным зрачком не менее 23 *мм* от последней линзы окуляра и снабжается механизмом для перестановки окулярных раковин в положение при пользовании биноклем в противогазовой маске. Устройство переставного наглазника показано на фиг. *II*, *III* и *IV* (рис. 9).

Первый вариант. На наружную трубку шарнира (фиг. *IV*) надевается обойма *1*, составляющая одно целое с держателем *2* шарнира *3*, состоящего из втулки *4*, на которую надеты конец держателя *2* и лапки держателей окулярных раковин *5*. На втулке упомянутые детали зажимаются винтом *7*, который, после получения определенного трения в шарнире, стопорится винтом. Оправа окулярной раковины надета на цилиндрическую часть оправы окуляра и при перестановке держателя *1* может двигаться по ней до положения, показанного пунктиром (при работе в противогазе). Оба эти положения фиксируются перекидной защелкой *9* (фиг. *III*), укрепленной на обойме и упирающейся в одну или другую лапку шарнира бинокля.

Второй вариант. Во внутреннюю ось шарнира бинокля входит стержень *1* (рис. 9, фиг. *II*), несущий на своем свободном конце обоймы наглазников *2*, посаженных на втулку *3* и закрепленных при помощи крепительной гайки *4*. Таким образом этот механизм представляет собой шарнир для подвижных наглазников *5*. На среднюю трубку шарнира надет отсчетный диск *7*. Поворотное кольцо прижато зажимной втулкой *8* так, что может поворачиваться вокруг него, но не имеет своего осевого перемещения. На стержне *1* имеются две

поперечных и одна соединяющая их продольная канавка. В поворотное кольцо ввернут установочный винт *9*, который может поворачиваться вместе с поворотным кольцом и становиться против продольной канавки стержня. В таком положении кольцо и стержень *1* вместе с шарнирно укрепленными на нем наглазниками можно вдвигать или выдвигать из оси шарнира до упора установочного винта в стенку одной или другой поперечной канавки, что будет соответствовать положению наглазников в одном или другом крайнем положении. Установочный винт вместе с поворотным кольцом может поворачиваться вокруг оси стержня на 90°. Ограничением поворота служит прорезь, имеющаяся в деталях *1* и *8*. Таким образом, в положении, показанном на фиг. *11*, наглазники служат при наблюдении в бинокль без противогазовой маски.

Е. Пользование призменным биноклем

Чтобы полностью использовать преимущество бинокля как прибора, служащего пособием глазу, необходимо в обращении с ним придерживаться определенных правил.

1. Для получения резкости изображения окуляры нужно установить по диоптрийной шкале на деления, соответствующие особенностям глаза наблюдателя (для близорукого на минус диоптрий, для дальнозоркого — на плюс). Если наблюдатель не знает степени своей дальнозоркости или близорукости, надлежит поступить следующим образом: выбрать в поле какой-либо удаленный предмет с резко очерченными контурами (очертания крыш, труб, башен, телеграфных столбов, проволок и т. п.), направить на него бинокль, взяв его левой рукой, и, прикрыв двумя пальцами той же руки объектив, вращать правый окуляр до тех пор, пока изображение предмета не станет наиболее резким (оба глаза при этом должны быть открыты), прочесть установку окуляра по шкале делений и запомнить это число. Повторить то же самое для левого глаза.

2. Установить расстояние между половинками бинокля точно по расстоянию своих глаз, для чего имеется шкала на шарнире с нанесенными на ней делениями от 72 до 54 *мм*. Если это расстояние между глазами наблюдателя ему не известно, поступают так: взяв бинокль в обе руки, прикладывают его к глазам и перегибают его трубки на оси до тех пор, пока оба поля зрения сольются в одном резко очерченном круге. Эту установку нужно прочесть на шкале шарнирной оси и запомнить. Раз пригнанный по глазам личный бинокль не следует расстраивать, и укладывать его в футляр надлежит в установленном виде.

Ж. Общие правила работы с биноклем

Перед наблюдением в бинокль предварительно отыскать цель невооруженным глазом. Стараться наводить бинокль так, чтобы интересующие предметы были в центре поля зрения, так как в центре

получается наиболее четкое и ясное изображение. При ярком освещении надевать на окулярные раковины дополнительные желто-зеленые стекла. Не рассматривать в бинокль цель и местность слишком долго: длительное наблюдение утомляет глаза и понижает качество работы.

3. Применение бинокля

Изучение местности и отыскание целей производится простым наблюдением в бинокль, но с таким расчетом, чтобы ни один участок местности ни по ширине ни в глубину не оставался непросмотренным (рис. 10).

Измерение горизонтальных и вертикальных углов производится с помощью сетки. Например, требуется определить угол между ориентиром *А* (рис. 10, фиг. *I*) в виде ветряной мельницы и краем рощи *В*. Наводим край крестовины на край рощи и считаем, на сколько делений по сетке отстоит точка *А* от точки *В*. Из рисунка мы видим, что это угловое расстояние равно 00—70 делениям угломера (70 тысячных).

Измерение вертикальных углов производится так же, как и горизонтальных, но отсчеты при этом производятся не по горизонтальным, а по вертикальным делениям сетки.

Корректировка огня производится с помощью горизонтальных и вертикальных делений сетки. На фиг. *II* изображена цель *А*, находящаяся в центре крестовины, в точке *Б* — разрыв снаряда. Отклонение разрыва снаряда по вертикали оценивается делением сетки на вертикальной шкале, а именно: 00—20 делений угломера (20 тысячных дистанции), а по горизонту — по горизонтальной шкале в 00—15 делений угломера.

Измерение расстояний (фиг. *III*). Определение дистанции до предмета, размеры которого известны, производится по формуле:

$$D = \frac{B\,1000}{У},$$

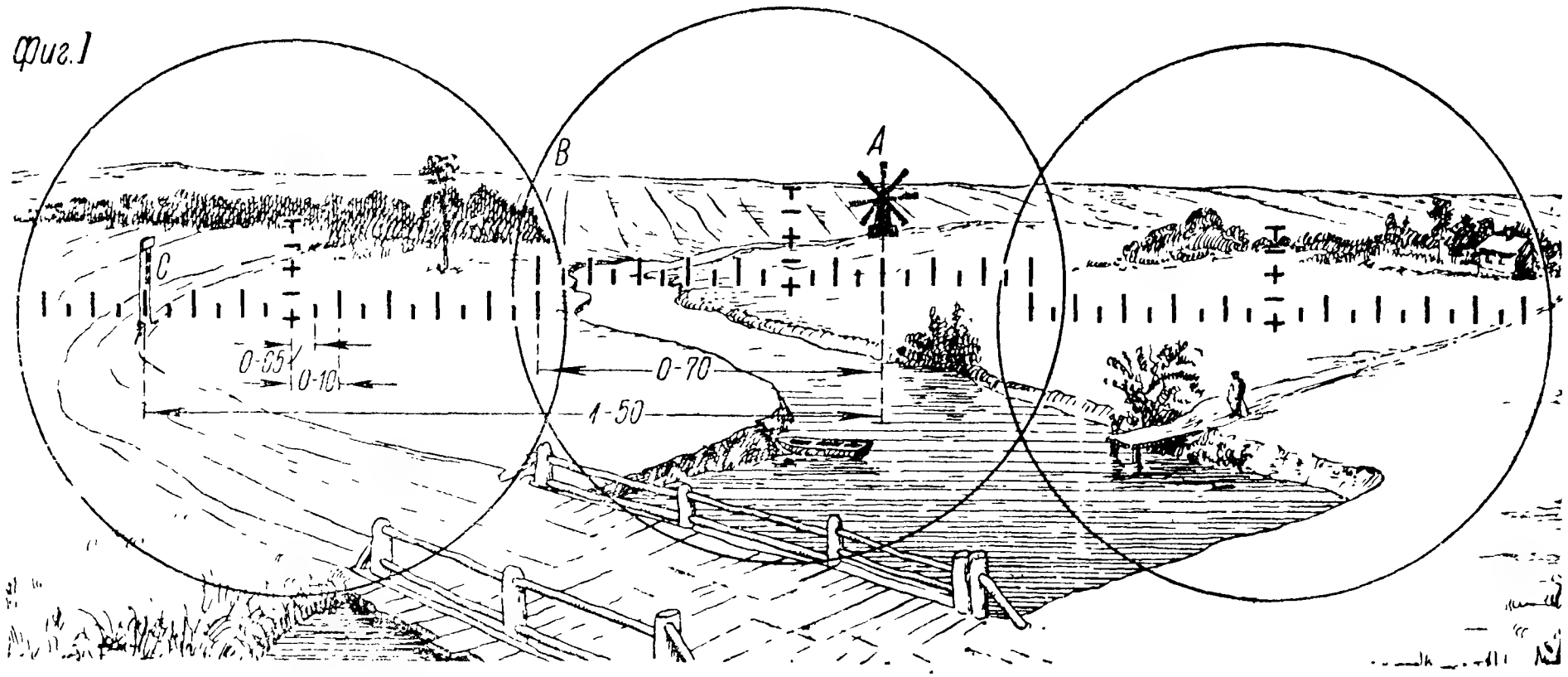
где *D* — дистанции, *В* — размеры предмета, *У* — угол, под которым виден предмет. Например: изображение красноармейца в поле зрения занимает два крупных деления; следовательно, угол *У*, под которым виден человек, равен 00—20 тысячных. Действительная величина человека 1,70 *м*.

$$D = \frac{1 \cdot 70 \cdot 1000}{20} = 85\ м.$$

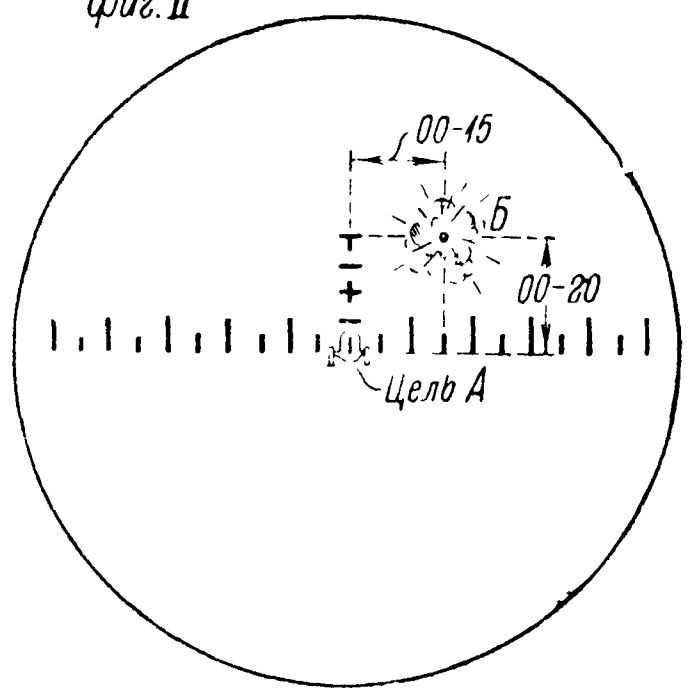
И. Уход за биноклем и его сбережение

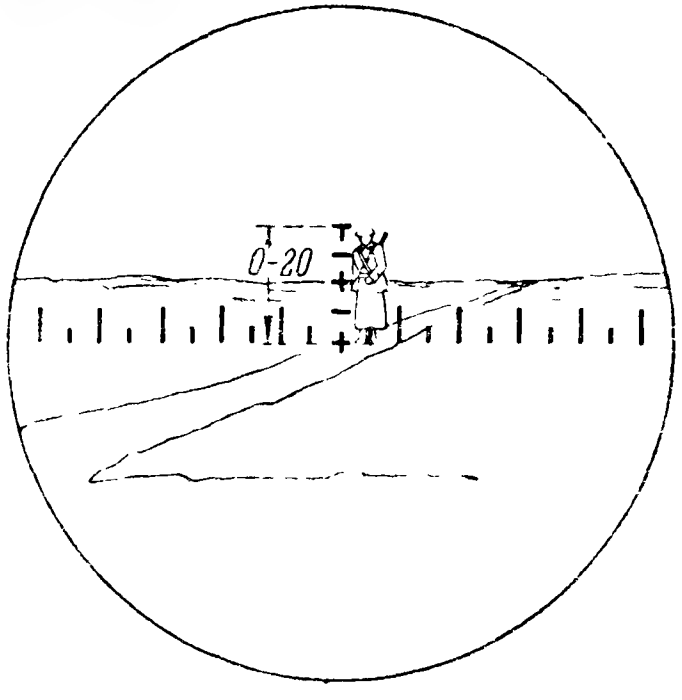
Чтобы предохранить бинокль от ударов, толчков и падения, необходимо всегда, кроме случаев работы, носить его в кожаном футляре; во время работы иметь бинокль на шейном ремне; во время ходьбы или бега пристегивать к пуговице одежды кожаной петлей.

фиг. I



фиг. II





Фиг III

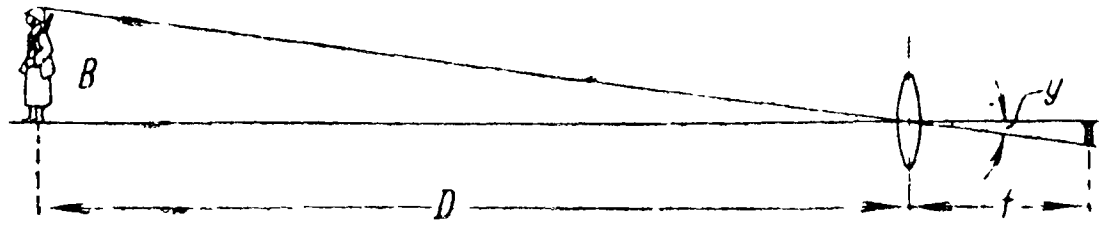


Рис. 10. Определение биноклем местности и наблюдение за различными объектами.

Во время дождя стекла биноклей нужно прикрывать крышкой а при возможности прятать в футляр.

При установке окуляров на ясное видение вращать их плавно и свободно, не делать резких движений и не применять усилий при вращении окулярных трубок, так как этим можно испортить нарезку.

Намоченный дождем бинокль, при первой же возможности, тщательно вытереть и дать высохнуть, не укладывая в футляр, так как в противном случае водяные пары могут проникнуть внутрь корпуса бинокля и осесть на поверхность призм и линз. Если бинокль намокнет несколько раз, на призмах и линзах образуются налеты.

При чистке наружной поверхности окуляров и объективов соблюдать следующие предосторожности: глубоко сидящие в своих оправах как объективы, так и окуляры очищать от пыли сначала кисточкой, затем вытирать кусочком мягкого полотна или замшей. Пыль со стекол всегда удалять только кисточкой, так как пыль содержит в себе песок и твердые частички, которыми при протирании стекол можно сделать царапины. Чистку стекол замшей или полотном производить кругообразными движениями, а не прямолинейными. Кисточка, тряпка и замша не должны быть жирными.

Никогда не разбирать бинокля во избежание расстройства оптической системы. При заметном ухудшении оптических свойств бинокля сдать его для исправления в ближайший артиллерийский склад. В войсках разрешается лишь замена окулярных раковин запасными.

Как военный прибор призменный бинокль должен удовлетворять общим техническим условиям, изложенным в приложении II.

3. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ БИНОКЛЕЙ

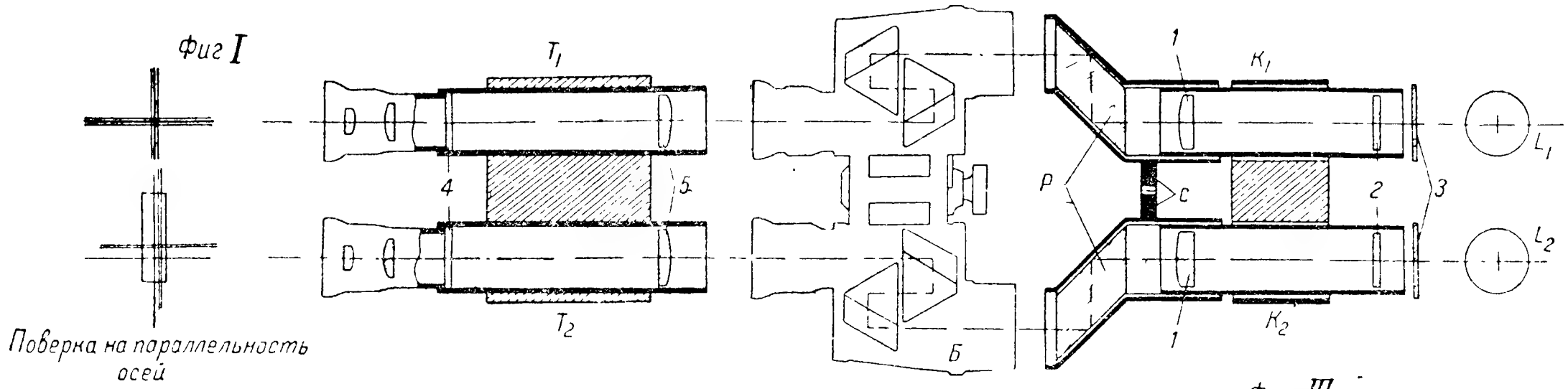
А. Проверка оптических данных бинокля

Оптические качества призменных биноклей могут быть удобно исследованы на универсальном приборе типа Цейсса для испытания биноклей. На этом приборе могут быть проверены: а) поле зрения бинокля, б) диаметр выходного зрачка, в) увеличение бинокля, г) расстояние выходного зрачка от последней поверхности линзы окуляра, д) параллельность осей двух половинок бинокля, е) наклон изображения в одной половинке бинокля по отношению к другой, ж) искривление поля зрения.

Б. Описание устройства прибора для проверки биноклей

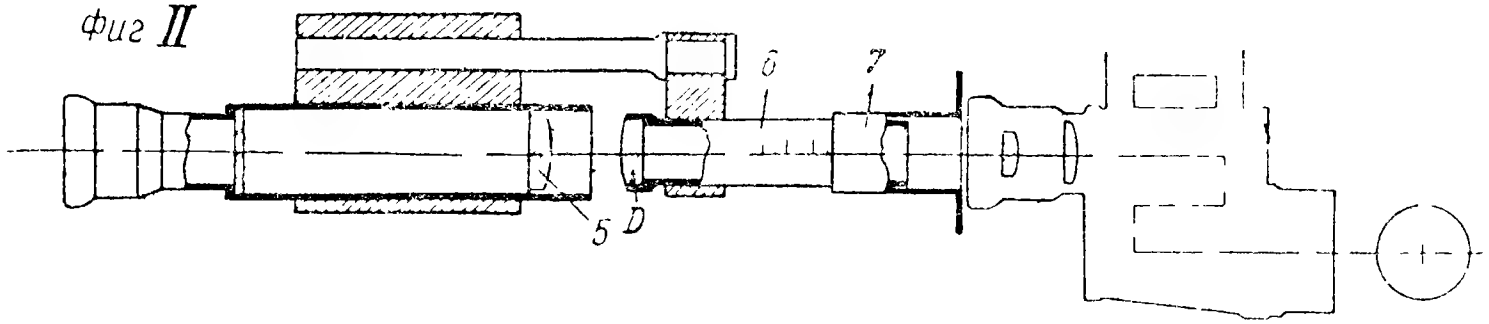
Два коллиматора K_1 и K_2 (рис. 11, фиг. *I*) монтированы в общей массивной отливке, чтобы не нарушалась параллельность осей этих коллиматоров. Расстояние между ними равно 65 *мм* — среднему расстоянию между глазами человека. В фокальных плоскостях объективов *1* коллиматоров K_1 и K_2 поставлены шкалы *2*, цена делений которых равна: крупных 1 *мм*, мелких 0,1 *мм* (фиг. *III* и *IV*). Шкалы нанесены на стекле травлением и закрыты матовыми стеклами *3* для

Фиг I

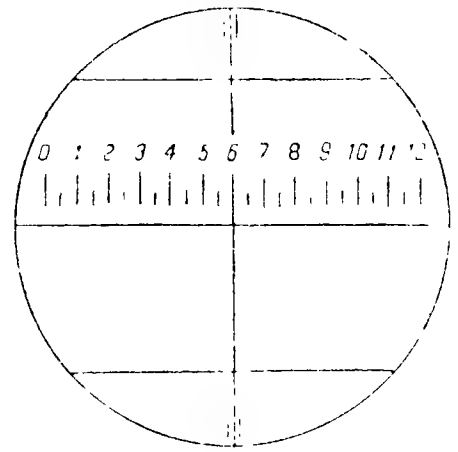


Поверка на параллельность осей

Фиг II

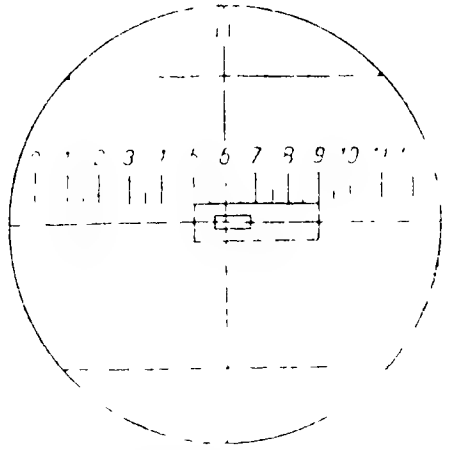


Фиг III



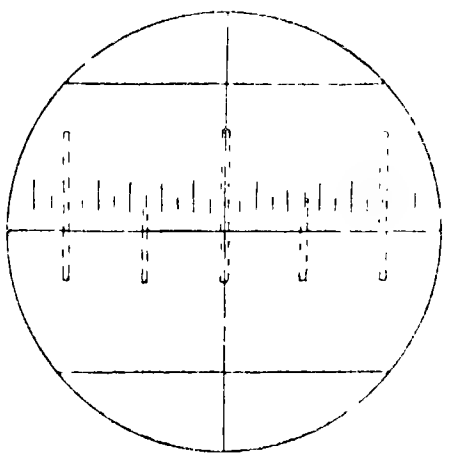
Сетка коллиматоров K_1 K_2 и T_1

Фиг IV



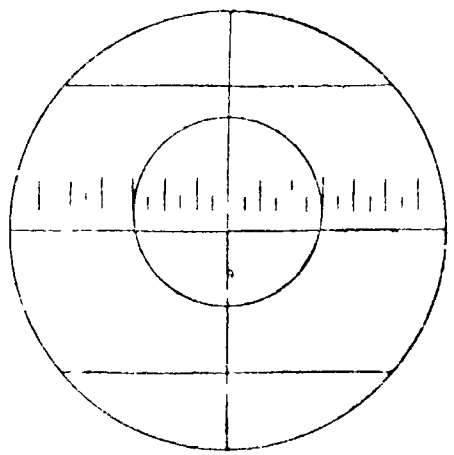
Сетка наводящей трубы T_2

Фиг V



Определение увеличения

Фиг VI



Определение диаметра выходного зрачка

Фиг VII

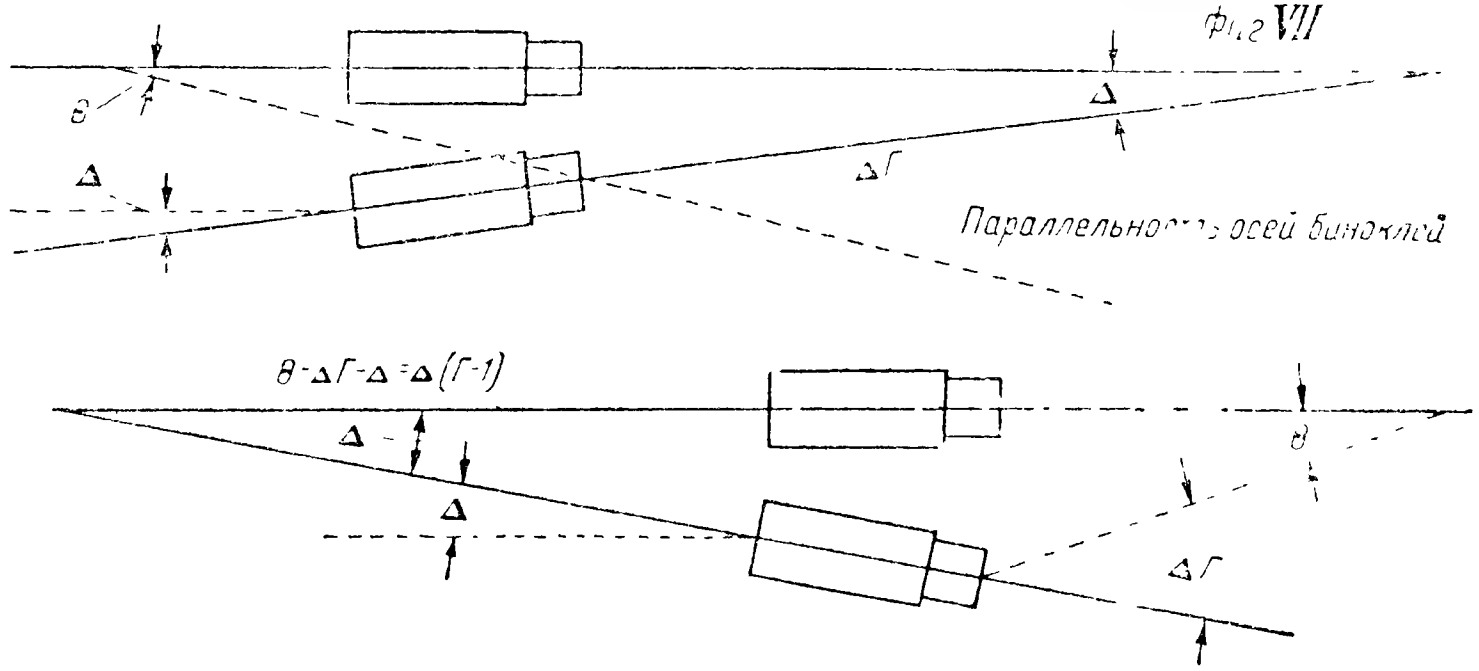


Рис. 11. Схема универсального прибора для испытания оптических качеств биноклей.

рассеивания света от ламп L_1 и L_2. За объективами коллиматоров поставлены ромбовидные призмы P_1 и P_2, вращающиеся в противоположные стороны с помощью зубчатых секторов. Это сделано для того, чтобы коллиматоры можно было приспособить к различным расстояниям между объективами испытуемых биноклей. Второй частью прибора являются наблюдательные сдвоенные зрительные трубки T_1 и T_2 $3^\times - 4^\times$ увеличения, оси которых, как и оси коллиматоров, установлены параллельно друг к другу на расстоянии 65 *мм*. Рабочие отверстия объективов *5* зрительных труб сделаны достаточно большими, чтобы дать большие входные зрачки, дающие возможность работать на приборе без особой точной установки испытуемого бинокля. Испытуемый бинокль *Б* устанавливается на столике между коллиматорами K_1 и K_2 и зрительными трубами T_1 и T_2. Доска столика может опускаться и подыматься. Двумя винтами с контрпружинами доска столика может вращаться вокруг горизонтальной и вертикальной осей. В фокальных плоскостях объективов зрительных труб T_1 и T_2 поставлены такие же сетки *4* (фиг. *IV*), как и у коллиматоров, с дополнительной рамкой на сетке трубы T_2, указывающей пределы допусков на параллельность осей. Фокусы объективов коллиматоров и зрительных труб подобраны так, чтобы одно деление шкалы соответствовало одному градусу.

При этом линейный размер одного деления шкалы определяется из уравнения

$$f \operatorname{tg} 1^\circ = a.$$

Фокус вспомогательной линзы *D* определяется из уравнения

$$2\pi f = 360 \text{ мм},$$

откуда

$$f = \frac{360}{2\pi} \approx 57{,}3 \text{ мм}.$$

Это уравнение дает то, что 1 *мм* на расстоянии фокусного расстояния линзы *D* будет виден под углом 1°.

Перед началом работы прибор должен быть отъюстирован так, чтобы оси коллиматоров были параллельны и оси наблюдательных труб T_1 и T_2 находились на продолжении осей коллиматоров. Прибор можно считать отъюстированным, если изображения сеток коллиматоров точно совпадают с сетками труб T_1 и T_2. Окуляры этих труб перед испытанием должны быть точно установлены на резкость видения для данного наблюдателя путем поворота диоптрийного кольца до тех пор, пока крестовины зрительных труб T_1 и T_2 будут видны совершенно резко.

После этого на столик прибора устанавливается испытуемый бинокль *Б* так, чтобы наружные стороны ромбовидных призм *P* стали против объективов, а окуляры— перед объективами наблюдательных труб. Это достигается путем подвинчивания установочных винтов столика. После этого приступают к испытаниям оптических качеств бинокля.

Испытание поля зрения. Убирают стойку с зрительными трубами T_1 и T_2 и смотрят в окуляр бинокля. Тогда диафрагма поля зрения бинокля в виде светлого круга выделит определенное число делений сетки (фиг. *VI*), которое и определяет поле зрения бинокля в градусах.

Определение диаметра выходного зрачка. Ставят стойку с трубами T_1 и T_2 за окулярами бинокля и вводят дополнительную линзу D с фокусом $f = 57{,}3$ *мм* (фиг. *II*). Трубку с объективом D устанавливают так, чтобы плоскость выходного зрачка пришлась точно в фокальной плоскости линзы D. Это будет характеризоваться тем, что, наблюдая через окуляр зрительной трубки, наблюдатель увидит в поле зрения резко очерченный светлый кружок, означающий действительное изображение выходного зрачка бинокля, переданное на сетку зрительной трубы T через систему двух объективов D (линза) и *5* (объектив зрительной трубы).

Так как через линзу D один миллиметр виден под углом в 1°, а одно деление сетки трубы T тоже соответствует 1°, то по числу делений этой шкалы, покрытых изображением выходного зрачка, судят о диаметре этого зрачка в миллиметрах.

Определение увеличения бинокля. Отводят трубку с вспомогательной линзой D, устанавливают бинокль так, чтобы на крестовины труб T_1, T_2 резко проектировались штрихи сеток коллиматоров (фиг. *V*), и смотрят, какое число делений в трубке T покрывает изображение одного деления сетки коллиматора; это число и дает увеличение испытуемого бинокля.

Определение расстояния выходного зрачка от последней поверхности глазной линзы окуляра. Снова вводят вспомогательную трубку с линзой D (фиг. *II*), фокусируют на выходной зрачок бинокля и замечают деление на шкале *6*, отмеченное патрубком *7*, который своим фланцем упирается в окулярную раковину бинокля. После этого трубку с линзой D начинают вдвигать до тех пор, пока в зрительную трубу наблюдатель увидит пылинки на последней поверхности линзы окуляра. Величину передвижения патрубка отсчитывают по шкале *6*, и эта величина как раз и будет удалением выходного зрачка.

Проверка параллельности осей двух половинок бинокля. Одну половинку бинокля устанавливают так, чтобы изображение центра крестовины коллиматора K_1 точно совпадало с центром крестовины зрительной трубы T_1. Если оси половинок бинокля строго параллельны, то и во второй зрительной трубе T_2 центры крестовин тоже должны совпасть (фиг. *I* и *VI*). Если этой параллельности нет, то изображение крестовины коллиматора K_2 будет смещено (фиг. *I*). Допуск на это смещение дается рамкой — большой или малой (фиг. *IV*) — в зависимости от того, испытывается ли новый бинокль (малая рамка) или отремонтированный (больший допуск — большая рамка).

Допуск на параллельность, как это было уже сказано, относится к схождению или расхождению за окуляром лучей, идущих в бинокль от бесконечно удаленной точки.

Допуск для новых биноклей: для лучей, сходящихся в горизонтальной плоскости,— 60′, для лучей расходящихся — 20′; для лучей, сходящихся и расходящихся в вертикальной плоскости, допуск ± 10′ вниз и вверх.

Если угол расхождения или схождения лучей за окулярами биноклей (рис. 11, фиг. *VII*) будет Δ, то соответственный угол θ на непараллельность самих осей половинок бинокля будет

$$\theta = \frac{\Delta}{\Gamma - 1}.$$

Для 6× бинокля эти данные на непараллельность осей бинокля будут:

Угол $\theta_\Gamma = \frac{20'}{6-1} = 5'$ в горизонтальной плоскости,

угол $\theta_B = \frac{10'}{6-1} = 2{,}5'$ в вертикальной плоскости.

Наклон изображения в одной половинке бинокля по отношению к другой. Совмещают изображение вертикального штриха коллиматора K_1 со штрихом трубы T_1 и смотрят, насколько наклонен вертикальный штрих в поле зрения второй зрительной трубы T_2. Допуск на этот наклон дается контрольными штрихами (фиг. *III* и *IV*).

Проверка кривизны поля зрения. Наводят изображение прямолинейных штрихов сетки коллиматоров на штрихи сеток зрительных труб и судят об искривлении этих изображений линий, сравнивая их с прямолинейными штрихами сеток зрительных труб.

ГЛАВА IV

ПЕРИСКОПИЧЕСКИЕ ЗРИТЕЛЬНЫЕ ТРУБЫ

Наименование «перископ» происходит от греческих слов «пери»— через и «скопео» — наблюдаю.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Назначение перископических зрительных труб заключается в том, чтобы дать возможность наблюдателю рассматривать и изучать местность из-за ограждений, казематов и укрытий, не подвергаясь опасности быть раненым.

2. ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА ПЕРИСКОПОВ

Любая прямая телескопическая зрительная труба может быть превращена в перископическую введением в систему дополнительных деталей из зеркал или отражательных призм, как показано на рис. 12. Эти дополнительные детали, не меняя оптических данных трубы, направляют входящие в перископ лучи вниз, изламывая их два раза под углом 90°. Расстояние центра входного отверстия до оси окуляра называется оптической длиной перископа и может быть сделано любой величины в определенных пределах, согласно заданию.

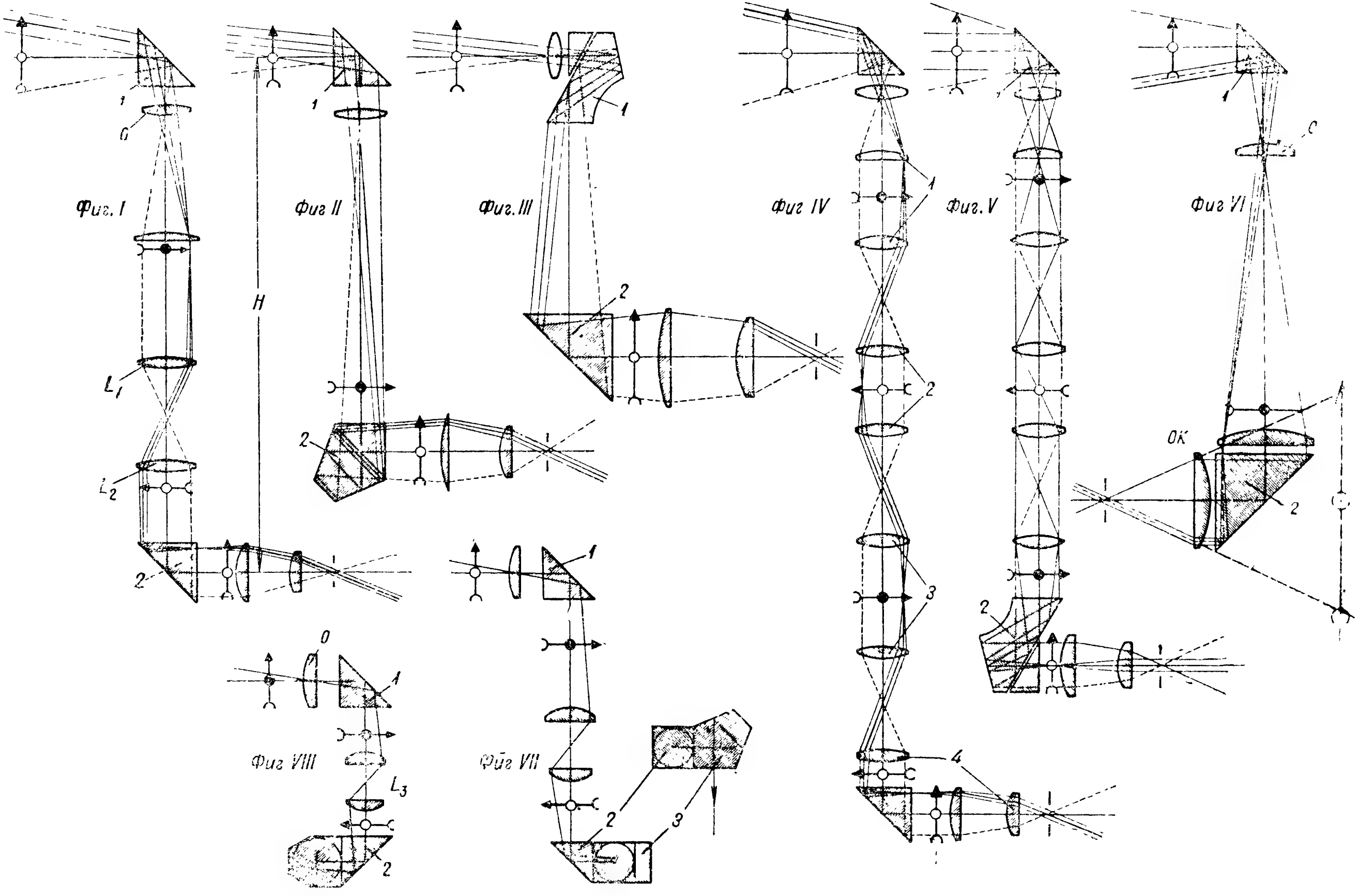


Рис. 12. Схемы перископических труб.

На фиг. *I* (рис. 12) показана схема прямой зрительной трубы с линзами L_1, L_2 оборачивающей системы, в которую введены: верхняя отражательная призма *1*, помещенная перед объективом *О*, и нижняя отражательная призма *2*, помещенная перед окуляром. Величина *H* характеризует оптическую высоту, или перископичность, зрительной трубы.

На фиг. *II* изображена схема астрономической зрительной трубы, которая введением призмы *1* и призмы *2* (пентапризма с крышей) превращена в перископ, в котором призмы *1* и *2*, кроме поворота лучей на 90°, служат еще и оборачивающей системой, дающей прямое изображение наблюдаемого предмета.

На фиг. *III* изображена схема перископа с призмами *1* и *2*, которые, как и на фиг. *II*, служат, кроме создания перископичности, также и оборачивающей системой.

При необходимости иметь перископы с большой оптической высотой (несколько метров) при минимальном поперечном сечении они составляются из нескольких (больше чем две) телескопических систем. На фиг. *IV* показана система, состоящая из четырех телескопических систем *1*, *2*, *3*, *4*, в которую входит шесть линз для оборачивания изображения.

На фиг. *V* изображена перископическая труба из четырех линз оборачивающей системы, а нижние линзы заменены здесь системой призм *1* и *2*, составляющих самостоятельную оборачивающую систему. К специальным перископическим системам можно отнести: 1) перископ обратного визирования (фиг. *VI*) и 2) перископ, в котором наблюдатель находится под углом 90° к наблюдаемому ландшафту (фиг. *VII* и *III*).

На фиг. *VI* изображен перископ первого типа. Он применяется в случае, если не требуется наблюдать в перископ по направлению визируемого предмета, например, из совершенно закрытых казематов, в которых при наблюдении не имеет значения положение наблюдателя к линии визирования. В этом случае возможно использовать упрощенную оптическую систему, состоящую только из двух прямоугольных отражательных призм *1* и *2* и телескопической системы из объектива *О* и окуляра *ОК*. При этом наблюдатель видит в перископ то, что находится за ним — он как бы повернут на 180° к ландшафту.

На фиг. *VII* и *VIII* изображены схемы перископов, в которых наблюдатель повернут к наблюдаемому ландшафту на угол 90°. В перископе на фиг. *VII* это достигается применением двух прямоугольных призм *1*, *2* и третьей *3* пентапризмы. На фиг. *VIII* в оптическую схему входит: две прямоугольных призмы *1*, *2*, объектив *О*, две линзы оборачивающей системы L_3 и дахкантпризма *3*.

Указанные системы могут удовлетворять всевозможным требованиям, предъявляемым к перископам как по габаритам, так и по удобству пользования. К перископическим системам можно отнести также и панорамы (см. главу V «Угломерные артиллерийские приборы»).

3. ПЕРИСКОПЫ ДЛЯ РАЗВЕДЧИКОВ И ОКОПНЫЕ ПЕРИСКОПЫ

А. Перископы для разведчиков

1. Назначение. Перископы типа «Разведчик» предназначаются для передовых наблюдателей пехоты и кавалерии. Находясь в непосредственной близости к неприятелю, они должны производить наблюдения возможно незаметно из скрытых и замаскированных постов.

2. Тактико-технические требования. Для того, чтобы перископ типа «Разведчик» удовлетворял указанному выше назначению, он должен, помимо обычных требований, предъявляемых к оптическому наблюдательному прибору, отвечать специальным тактическим требованиям:

а) перископ должен быть легок и удобен при переноске и пользовании им;

б) перископ должен легко проникать через разного рода укрытия вроде густой заросли, плетня, стенок и крыши шалашей, кровель деревенских изб и сараев и другие маскирующие заграждения;

в) оптическая высота перископа должна быть достаточной, чтобы предохранить голову наблюдателя при наблюдении из-за предохранительных щитов (не менее 350 *мм*);

г) увеличение перископа должно быть достаточным, чтобы рассматривать и изучать мелкие объекты и открывать замаскированные пункты неприятеля на расстоянии до 4—5 *км*;

д) перископ должен иметь угломерную сетку для оценки дальности целей, размеры которых известны, и определения превышения точек стояния цели на местности.

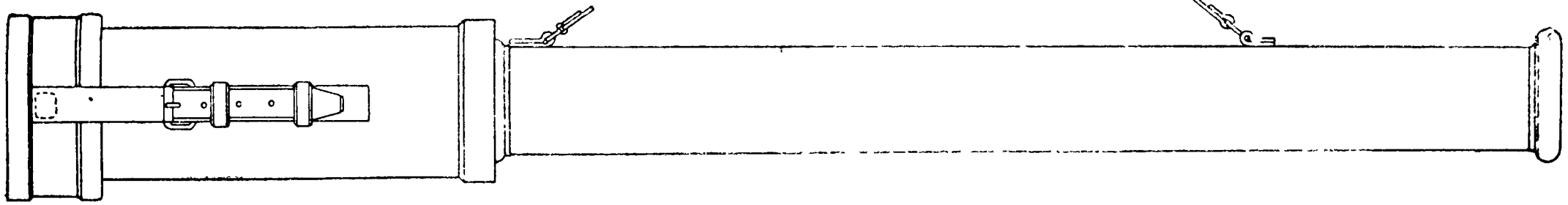
Указанным требованиям удовлетворяет перископ типа «Разведчик», принятый на вооружение.

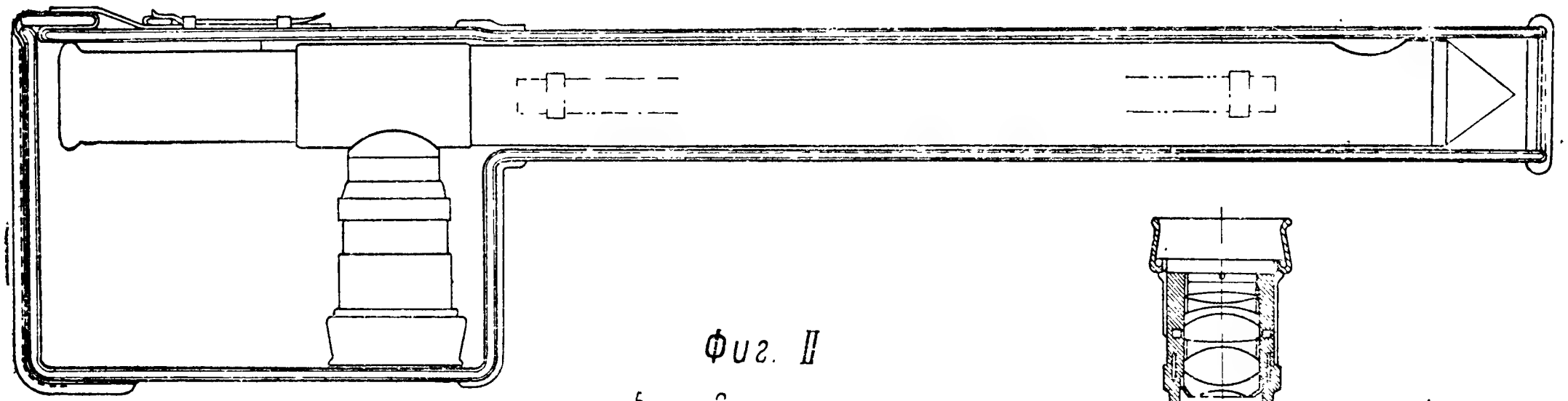
3. Описание. Оптическая система перископа представляет земную зрительную трубу (рис. *13*, фиг. *II* и *III*), дополненную верхней отражательной призмой *1* и нижней *2*. Ход лучей в системе показан на фиг. *III*. Все оптические детали монтированы во внутренней трубе, на которую наверху крепится оправа объективной призмы *1*, а внизу — оправа призмы *2*, оправа окуляра с сеткой *3* и полая рукоятка *4*. Оправа окуляра допускает установку по глазу и снабжена переставным наглазником для работы в противогазовой маске.

На трубу *5* надет тонкостенный трубчатый кожух *6*, заканчивающийся наверху остроконечным конусом и имеющий возможность поворачиваться вокруг вертикальной оси перископа. На уровне объективной призмы *1* кожух имеет входное отверстие, которое при наблюдении в перископ должно быть поставлено против входного отверстия призмы *1*, а в нерабочем состоянии перископа или при протыкании перископом маскирующих заграждений кожух должен быть повернут так, чтобы он совсем закрывал объективное отверстие.

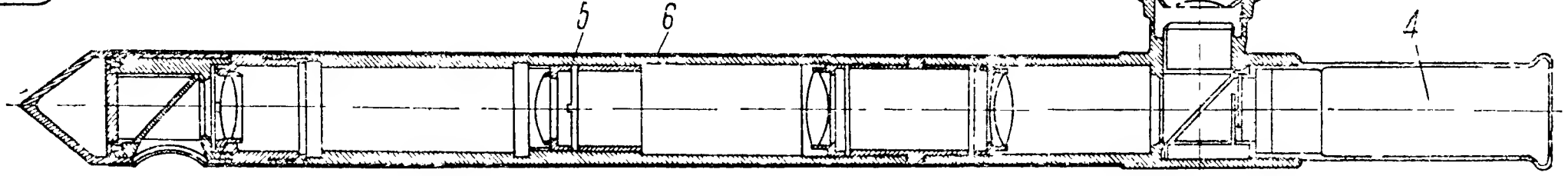
Оптические данные перископа следующие: высота (оптическая) — 400 *мм*, увеличение — 4×, поле зрения — 11°, диаметр выходного зрачка — 4 *мм*, удаление выходного зрачка от последней поверхности окуляра — 21,6 *мм*, цена делений сетки: крупных — 0—10 делений

Фиг. I





Фиг. II



Фиг. III

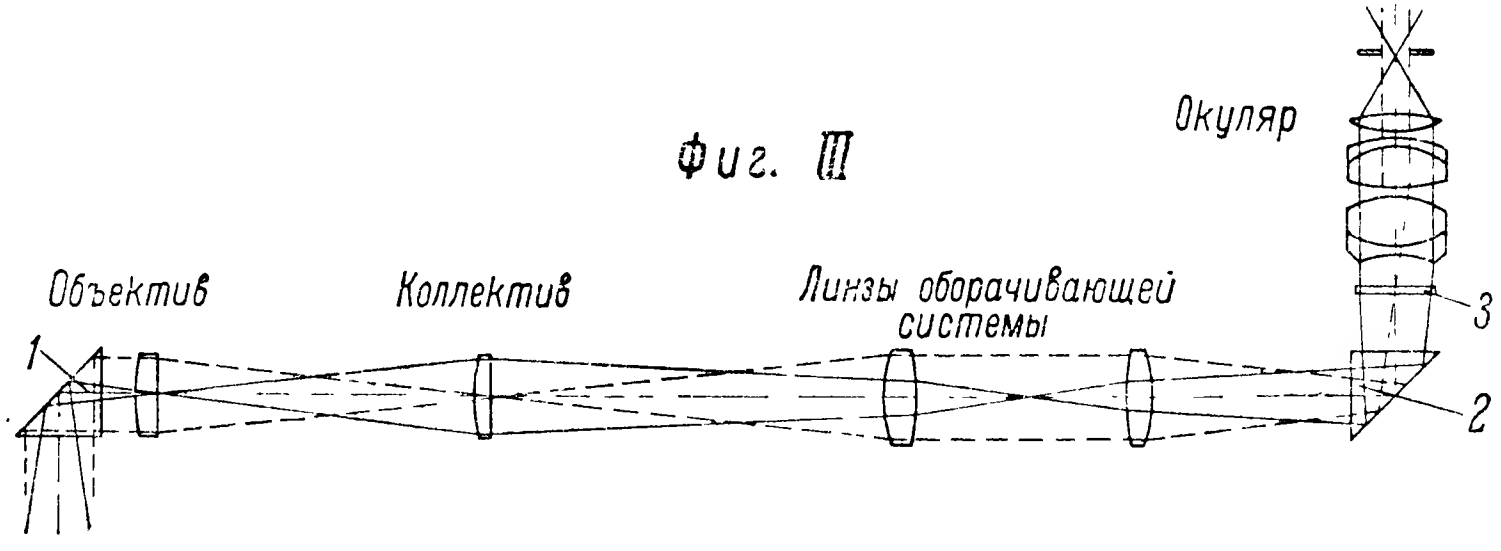


Рис. 13.
Схема перископа «Разведчик».

угломера, мелких — 0—05 делений угломера, вес без футляра — 980 *г*, вес с футляром — 1420 *г*.

Пользоваться перископом можно как в вертикальном, так и в горизонтальном положении, смотря по характеру укрытия. Нижняя полая ручка позволяет при наблюдении укреплять перископ на воткнутый в землю шест.

Укладывается перископ в кожаный футляр, укрепляемый при переноске на кушаке или на плечевом ремне (рис. 13, фиг. *I*).

4. Уход и сбережение. В отношении ухода и сбережения перископа следует руководствоваться как общими правилами для обращения с оптическими приборами, так и указаниями, которые даны в отделе обращения с призм нными биноклями.

Б. Окопные перископы

Первые окопные перископы представляли простую деревянную или жестяную коробку (рис. 14, фиг. *I*) с окном в верхней и нижней частях. Перед окнами ставились простые плоские зеркала *3*.

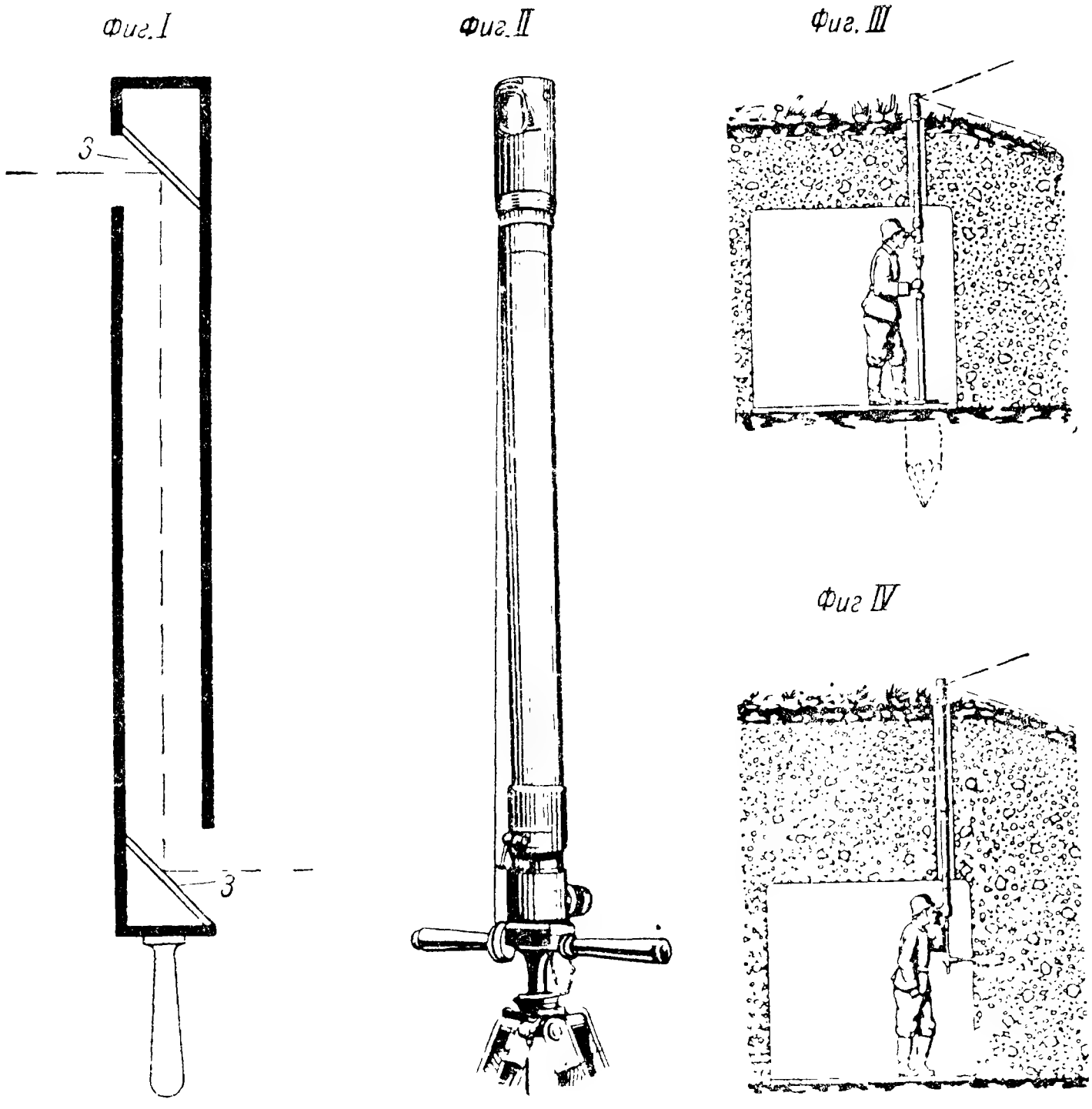


Рис. 14. Окопные перископы.

Недостаток этих перископов заключался в том, что они не могли дать при достаточной перископичности большого поля зрения и их увеличение равнялось только единице.

К современным окопным перископам относятся типы, изображенные на фиг. *II*, *III* и *IV*. Эти перископы могут устанавливаться и на треноге в открытых окопах и в казематах на колонке или на стенном кронштейне.

Увеличение этих перископов от 3× до 10×. Перископы имеют приспособление для качания верхней отражательной призмы для визирования по вертикали в пределах ±20°

4. ПЕРИСКОПЫ ДАЛЬНЕГО НАБЛЮДЕНИЯ

1) Назначение прибора

Перископ предназначается для наблюдения из сооружений укрепленных районов и из-за высоких закрытий.

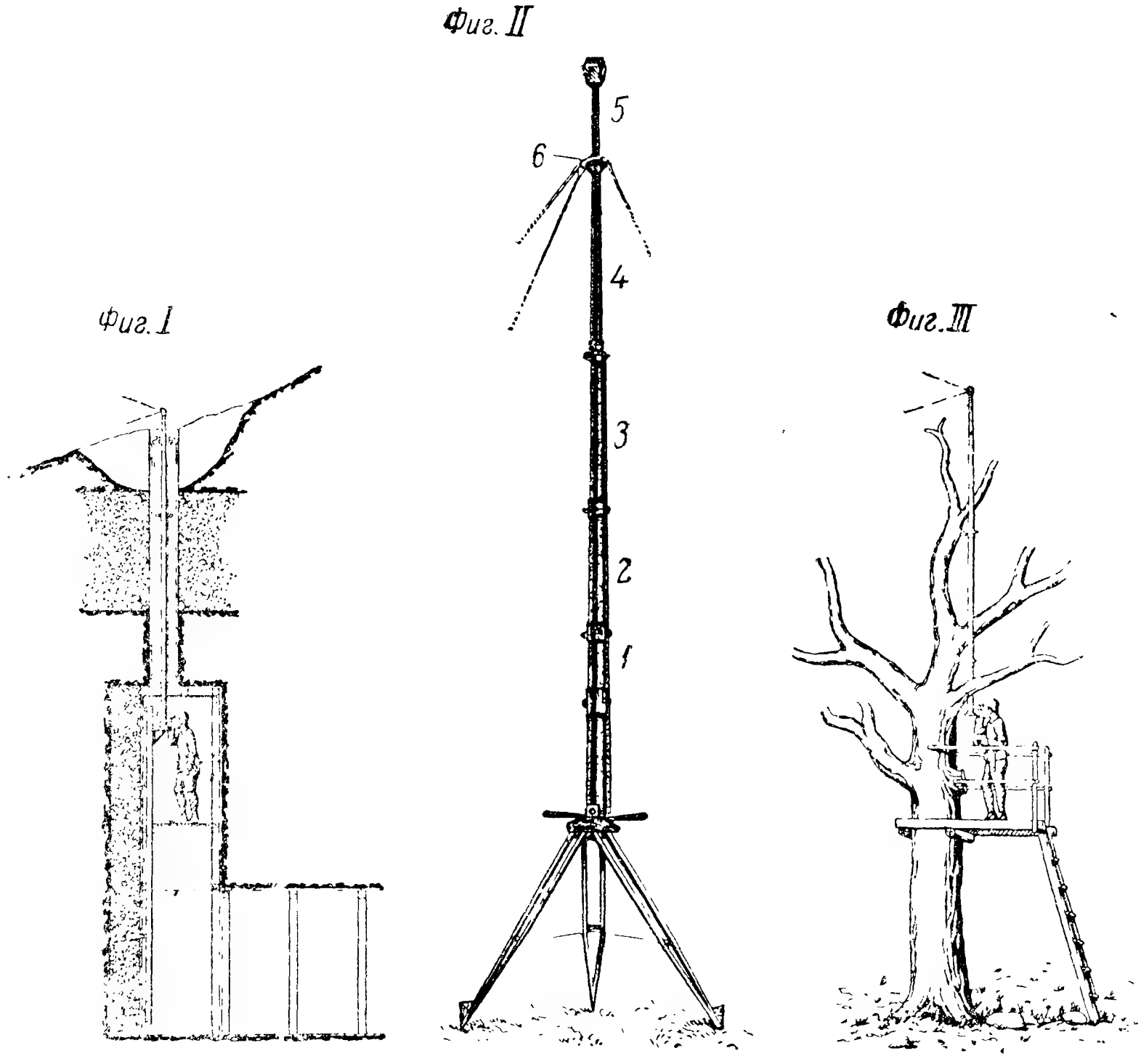


Рис. 15. Перископ дальнего наблюдения.

На фиг. *I* (рис. 15) изображена установка перископа при пользовании им из каземата сухопутного фронта. На фиг. *II* — при пользовании из-за высоких прикрытий (лес, здания, холмы и т. п.).

На фиг. *III* изображен перископ, подвешенный на дерево.

2) Тактико-технические требования

Приводим некоторые данные о перископе дальнего наблюдения: высота от 2400 до 4500 *мм*, увеличение 10×, поле зрения 5°, наклон оси визирования в вертикальной плоскости от — 20° до +40°, диаметр выходного зрачка 5 *мм*.

Как основные образцы перископов этого типа приведены следующие — ПДН-2 и ПСФ.

3) Оптическая система перископов ПДН и ПСФ

Оптика перископа представляет собой две самостоятельные телескопические системы, верхнюю и нижнюю, которые могут быть раздвинуты до заданных размеров одна от другой, не нарушая коррекции и оптических данных перископа.

Верхняя телескопическая система (рис. 16 и 17, фиг. *I*) состоит из головной отражательной прямоугольной призмы *1*, объектива *2* и первой линзы *3* оборачивающей системы, поставленной от объектива на расстоянии $F_2 + F_3$ фокусных расстояний объектива и линзы *3*.

Для верхней телескопической системы, рассматриваемой отдельно, линза *3* служит как окуляр и потому оптические данные этой системы получаются следующие:

$$\frac{F_1}{F_2}, \; 10° \frac{F_1}{F_a}.$$

Входной зрачок в данной системе диаметром 50 *мм* находится в плоскости *а—в* и потому рабочее отверстие объектива получается больше, чем входное отверстие.

Крайние пучки в данной системе урезываются линзой *3* оборачивающей системы и, таким образом, крайние зоны поля зрения имеют пониженную яркость освещения.

Головная призма, как не имеющая диоптрийной силы (она эквивалентна плоскопараллельной пластинке), не влияет на оптическое качество изображения и ее назначение сводится только к тому, чтобы повернуть входящие в перископ лучи на 90° и путем качания этой призмы (рис. 16, фиг. *II*) вокруг горизонтальной оси дать качание визирной линии на угол, вдвое бóльший. В данном случае в ПДН качание призмы равно от — 10 до +20° и наклон визирной линии от — 20 до +40°.

В нижнюю телескопическую систему входят: вторая линза *4* оборачивающей системы (рис. 17, фиг. *I*) с фокусным расстоянием F_4 (для второй телескопической системы, рассматриваемой отдельно, линза *4* служит как объектив), окулярная прямоугольная отражательная призма *5*, сетка *6*, поставленная в фокальной плоскости линзы *4*, и сложный окуляр *7—8* типа Кельнера, состоящий из коллективной линзы *8* и глазной линзы *7* (рис. 17, фиг. *I*).

Расстояние выходного зрачка для сдвинутых телескопических систем, при длине перископа 2400 *мм*, будет равно 26,6 *мм*; для раздвинутых систем (длина перископа 4500 *мм*) — 19 *мм*.

Величина одного деления сетки, поставленной в плоскости второго действенного изображения, равняется:

для крупных делений 0 — 10 делений угломера,
для малых делений 0 — 05 делений угломера.

4) Механические детали перископа

Перископ составляется из отдельных колен с номерами *1*, *2*, *3*, *4* и *5*, соединенных между собой болтами, помещенными в проушинах соединительных фланцев (рис. 15, фиг. *II*). Для правильной посадки колена на колено во фланцах имеются установочные штифты.

В двух верхних коленах *5* и *4* монтируются следующие детали перископа: головная призма *1*, объектив *2* и первая линза оборачивающей системы (рис. 16, фиг. *I*).

Изменение угла вертикальной наводки в пределах от —20 до +40° достигается качанием головной призмы, для чего последняя помещена в оправу, укрепленную на цапфах *10* (рис. 16, фиг. *II*). С наружной стороны головной коробки перископа на одну из цапф надет блок *11*, к которому прикреплены концы двух тросов *21* (рис. 16, фиг. *II*), идущих от окулярной части перископа, где они прикрепляются к блокам на рукоятке, причем поворот этих рукояток вокруг горизонтальной оси тросами передается в верхнюю часть перископа, где происходит поворот отражательной призмы *1*. Более подробно действие этого механизма будет разобрано в разделе «Пользование перископом» (см. стр. 71).

Призма *1* монтируется в головной коробке, которая со стороны входа в перископ лучей закрыта защитным стеклом *12*, а сбоку — крышкой, в которой монтировано гнездо для цапфы оправы призмы (рис. 16, фиг. *I*). К колену *5* головная призменная коробка привинчивается винтами. На фланцы, соединяющие колено *5* с *4*, надето кольцо *6* (рис. 15, фиг. *II*) и три проушины, которыми укреплены с помощью карабинных затворов концы канатов-растяжек. Кроме того, это кольцо имеет еще прилив с отверстием для посадки на крюк, ввинченный в дерево или стену.

На колене *4* укреплено также уплотнительное кольцо *16* (рис. 16, фиг. *I*), состоящее из патрубка *17*, зажимаемого на трубе перископа с помощью винтов *18*, кольца из губчатой резины *19*, обтянутой кожей, и сальника *20*. Там, где через уплотнительное кольцо должны проходить тросы вертикальной наводки, они заменены стерженьками *21* с припаянными к ним концами тросов (фиг. *II*).

В патрубки фланцев колена *4* монтированы объектив *2*, помещенный предварительно в эксцентриковую оправу *22* (фиг. *I*), и линза оборачивающей системы *3* (рис. 17, фиг. *I*), закрепленная непосредственно в расточке фланца и зажимаемая кольцами на нарезке. Для предохранения от одностороннего давления на линзы *3* и *4* между кольцами *23* (рис. 17, фиг. *I*) и линзами вставляется еще пружинящее кольцо *24*. Точная юстировка линз производится путем подтягивания кольца.

Промежуточные колена *3* и *2* внутри не имеют никакой оптики и служат только для увеличения высоты перископа (в этих коленах проходят пучки параллельных лучей).

Соединительные фланцы колен составляют одно целое с патрубками (сварка), которыми они крепятся на наружной трубе перископа.

Чтобы соприкасающиеся поверхности фланцев были строго перпендикулярны к оси перископа, эти поверхности должны обрабатываться на станке за одно с расточкой в трубе гнезд для оправ линз оборачивающих систем.

В разобранном состоянии, при укладке колен перископа в ящик, открытые концы колен закрываются соответствующими предохранительными пробками.

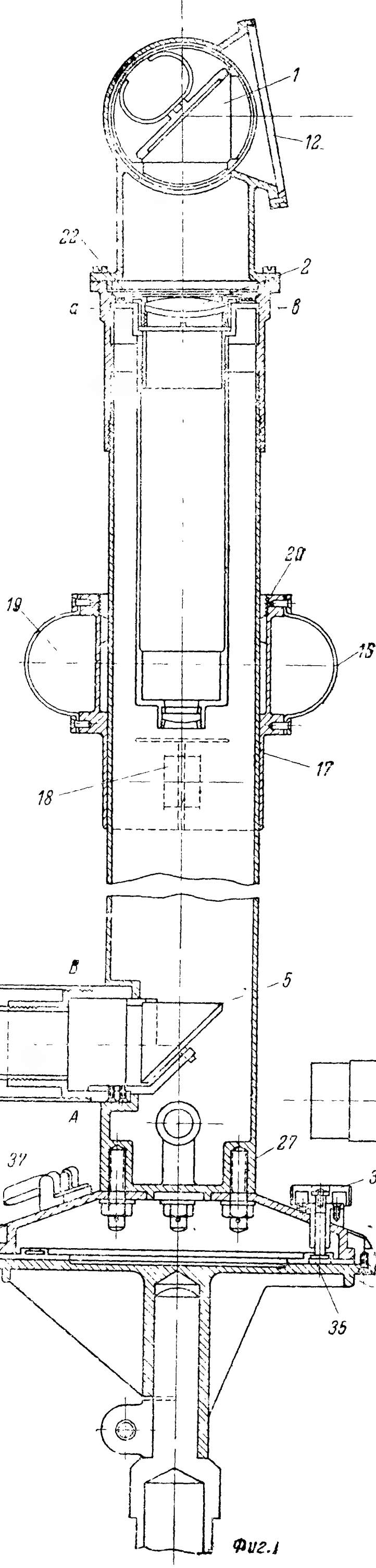
В нижнем колене *1* перископа помещаются вторая линза оборачивающей системы (рис. 17, фиг. *I*), окуляр и рукоятки *25* (рис. 16) для горизонтальной наводки перископа с приспособлениями для качания верхней отражательной призмы. Вторая линза оборачивающей системы крепится в патрубке фланца по тому же способу, что и линза *3*. Окуляр вместе с нижней отражательной призмой *5* составляет отдельный агрегат (рис. 17, фиг. *I*), который крепится в стакане держателя перископа с помощью четырех винтов.

Окуляр в этом перископе сделан по типу Кельнера, так как окулярное поле зрения в 50° не требует более сложной системы. Окуляр имеет установку на резкость видения в пределах ±3 диоптрий, окулярную раковину и съемные светофильтры. К агрегату окуляра относится также крестовина и приспособление для освещения крестовины от электрической лампочки, которая ввинчена в специальный патрон *26* с присоединенным к нему двужильным проводником (рис. 16, фиг. *III*). Для смены перегоревшей лампочки патрон вывинчивается. Для установки крестовины точно в плоскости действительного изображения, даваемого оптической системой перископа, оправа крестовины имеет возможность передвигаться путем подточки края оправы. Окулярная призма укрепляется на патрубке с кронштейном. К патрубку призма прижимается упорными винтами в кронштейне через прокладку.

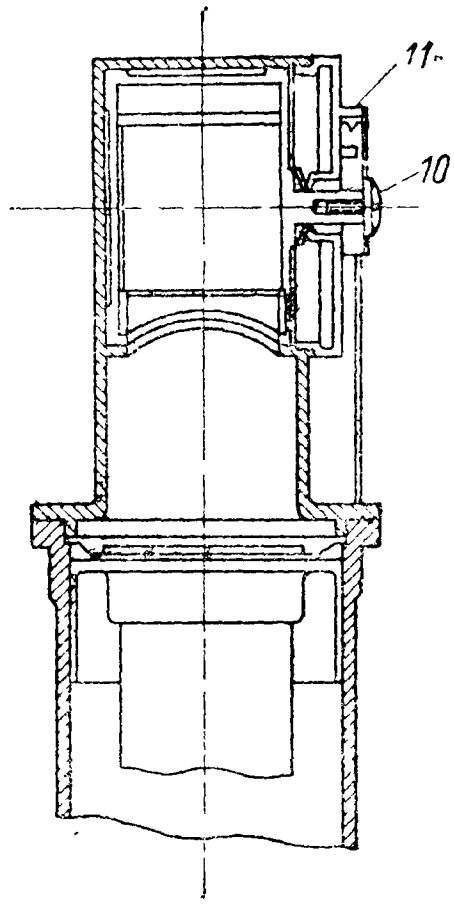
При сборке окуляра надлежит сделать так, чтобы ось окуляра была перпендикулярна к опорной плоскости *АБ*, параллельной оси перископа (рис. 16, фиг. *I*), а отражающая грань призмы (гипотенузная плоскость) установлена под углом 45° к этой оси.

К стакану держателя перископа окуляр крепится четырьмя винтами, причем отверстия для болтов имеют свободу для точной установки окуляра по отношению к оптической оси перископа, а именно, чтобы центр выходного зрачка был на главной оптической оси. При укладке в ящик окуляр закрывается предохранительным колпачком.

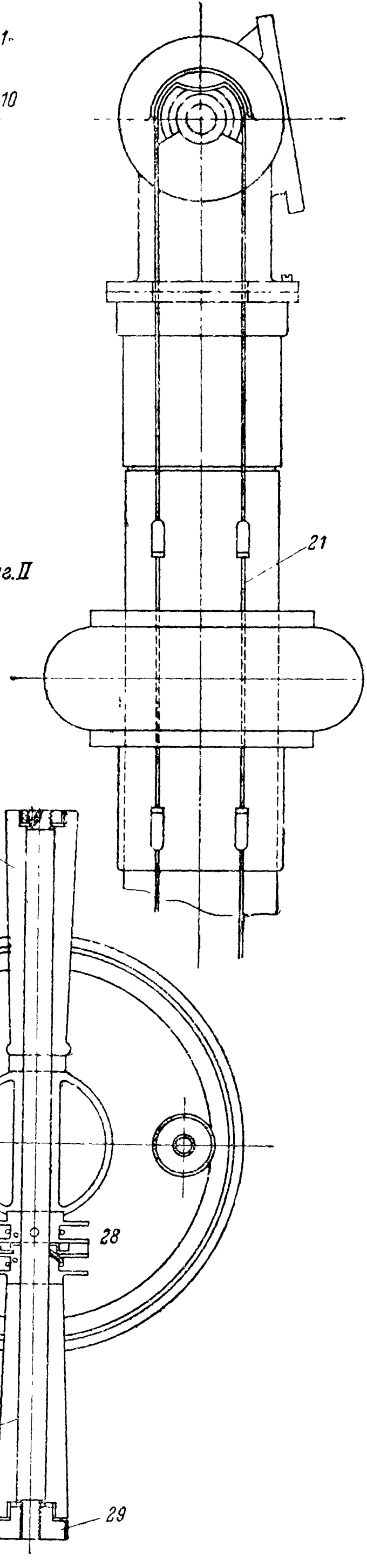
К стакану *27*, кроме окуляра, крепятся еще две рукоятки *25*, назначение которых — поворачивать перископ вокруг вертикальной оси и, кроме того, качать верхнюю призму с помощью следующего механизма.



Фиг. 1



Фиг. II



Фиг. III

Рис. 16. Схемы перископа дальнего наблюдения (ПДН).

олодилов—26с

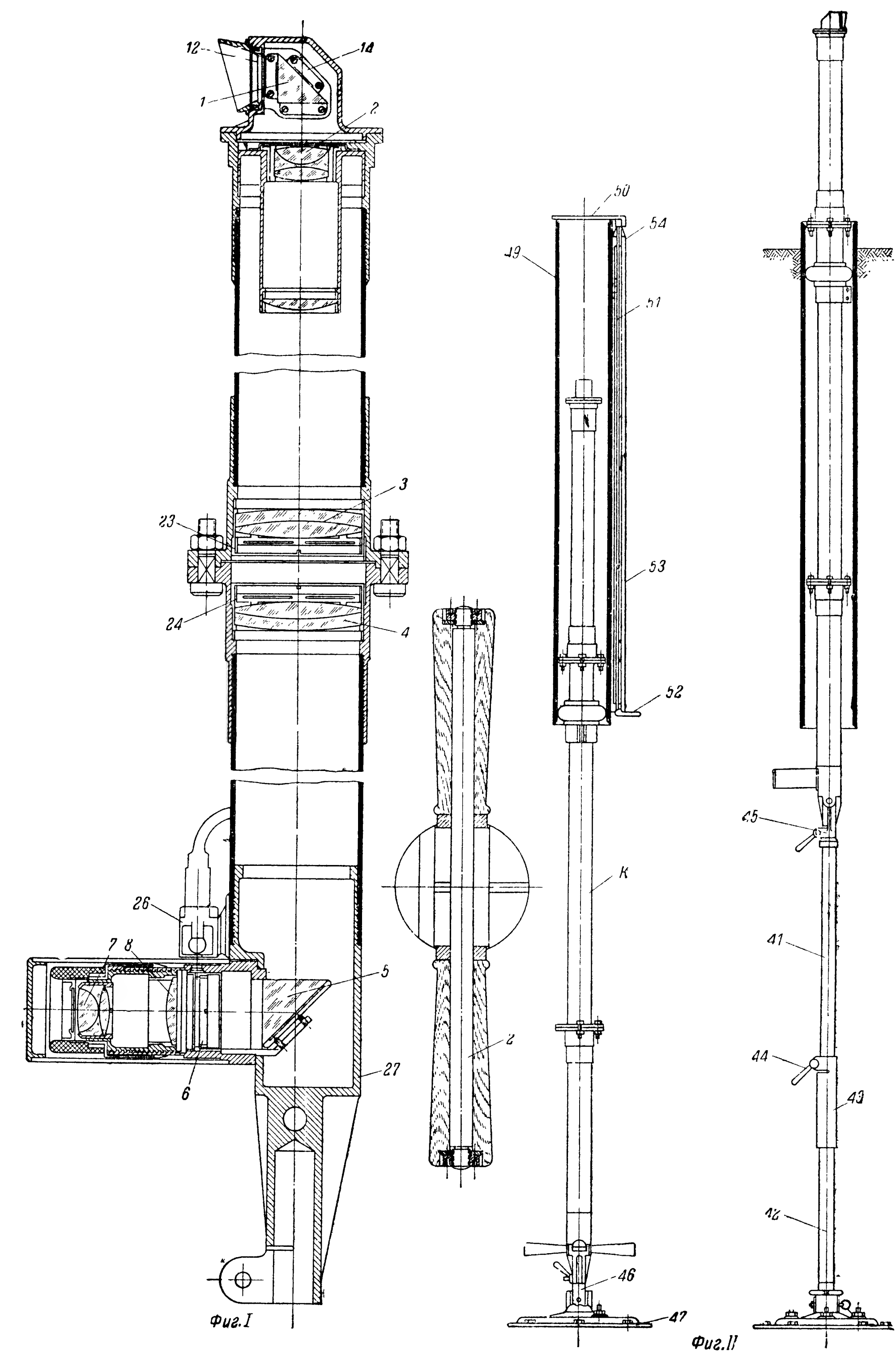


Рис. 17. Схема перископа сухопутного фронта (ПСФ).

На оси ручек *25* помещены барабанчики *28* (рис. 16, фиг. *III*), на которые наматывается трос вертикальной наводки. При увеличении высоты перископа путем вставления средних колен натяжение гайки *29* на оси рукоятки ослабляется и трос свободно может сматываться как с одного, так и с другого барабанчика. Когда же гайка *29* зажата, то барабанчики *28* могут только поворачиваться от поворота деревянных ручек *30* около горизонтальной оси. При этом один конец троса сматывается с одного барабанчика и наматывается на другой, и таким образом вращение рукояток передается вращению цапфы державки верхней отражательной призмы.

5) Принадлежности перископа

Лимб для горизонтальных отсчетов прикрепляется намертво к нижней части окулярного стакана четырьмя болтами (фиг. *I*). Диск лимба может вращаться внутри коробки, образованной из диска *31*, к которому привинчен обод *32* со шкалой *33* горизонтальных отсчетов. Коробка с диском может быть зажата намертво с помощью затяжного болта гайкой *34*, для чего конец болта своей квадратной головкой входит в круглую канавку Т-образного сечения в кольце *35*, привинченном к диску *31*. Шкала лимба разделена на 1200 частей с ценою одного деления 0—05 делений угломера (5 тысячных дистанции). С помощью нониуса может отсчитываться одна тысячная дистанции. Для удобства чтения отсчетов над конусом устроена откидная лупа *37* и кронштейн, на который устанавливается патрон лампочки для освещения шкалы.

Лимб с помощью двух неподвижных и одного откидного захватов закрепляется на держателе перископа. Снизу держатель имеет патрубок с зажимной втулкой. В случае установки перископа на колонке этот держатель сажается на штырь колонки (диаметр 25 *мм*) и на ней зажимается винтом с рукояткой. В случае установки перископа на треноге держатель привинчивается к последней тремя винтами.

А. Тренога

Тренога для перископа — металлическая (из труб) по типу Цейсса. Наибольшее расстояние между ногами — 1000 *мм* при высоте 1300 *мм* (рис. 15, фиг. *II*).

Б. Колонка для укрепления перископа

Колонка сконструирована так, что дает возможность устанавливать перископ на различной высоте от плоскости основания. Для этого колонка сделана из двух труб — верхней *41* меньшего диаметра, которая входит в трубу *42* большего диаметра (рис. 17, фиг. *II*). Для зажима верхней трубы на определенной высоте на трубу *42* посажен зажимной патрубок *43* с винтом *44* и рукояткой. В верхней части трубы колонки посажен патрубок *45* с пальцем для посадки

на него держателя перископа. Такой же палец посажен и в основание колонки для непосредственной посадки перископа прямо на основание *46*. Под основание колонки в каземате устанавливается металлическая плитка, к которой основание привинчивается болтами *47*, причем отверстия в основании для этих болтов имеют свободу для точной установки перископа в центральном положении по отношению к отверстию в обсадной трубе.

В. Обсадная труба

При установке перископа в казематах он помещается в обсадную трубу *49* (рис. 17, фиг. *II*), в которой с помощью уплотнительного кольца плотно прилегает к внутренней стенке последней. Для этого обсадная труба имеет гладкую внутреннюю поверхность, смазанную пушечным салом для предохранения от ржавления и для облегчения скольжения уплотнительного кольца при подъеме и опускании перископа, а также при его вращении вокруг вертикальной оси. Наружная поверхность обсадной трубы, наоборот, должна быть шероховатой для лучшего соединения с бетоном.

Для правильной работы перископа труба должна быть установлена так, чтобы внутренняя ось его была строго вертикальна. При опускании перископа внутрь каземата верхнее отверстие обсадной трубы закрывается крышкой *50*, которая поворачивается изнутри каземата с помощью вертикальной оси *51* и рукоятки *52* (рис. 17, фиг. *II*).

Через толщу бетона ось *51* проходит внутри предохранительной трубки *53*, внизу и наверху которой вделаны втулки, служащие подшипниками для оси *51*. Для предупреждения проникновения через предохранительную трубку *53* влаги втулки имеют еще сальники *54*.

6) Ящик для укладки перископа

Перископ в разобранном состоянии с принадлежностями (за исключением обсадной трубы) и запасными частями укладывается в деревянный ящик (рис. 17а, фиг. *III*).

Ящик изготовляется из сухих досок, имеет отворяющуюся вверх на петлях крышку, плотно пригнанную и затворяющуюся на два замка. Для переноски ящика к боковым стенкам привинчены металлические ручки. Снаружи крышка и боковые стенки ящика выкрашены масляной краской в защитный цвет.

Отдельные колена перископа укладываются в ящике в соответствующие гнезда в колодках, обшитые сукном.

Кроме перископа, в ящик помещаются основание колонки, колонка, плита, тренога, растяжки, инструмент и запасные части.

7) Установка перископов

Установка перископа при помещении его в казематах сухопутного фронта с разной толщиной перекрытия (рис. 17, фиг. *II*). При установке в казематах перископ помещается в обсадную трубу. Своим

уплотненным кольцом перископ при этом плотно соприкасается со стенкой обсадной трубы, предупреждая попадание в каземат влаги и ОВ. Снизу перископ устанавливается на раздвижной поддерживающей колонке *К*, закрепленной в основании, которое привинчено болтами к плите в полу каземата (рис. 17, фиг. *II*). Переменная высота перископа достигается путем вставления средних колен *3* и *2*, длиною 1050 *мм* каждое. При опущенном вниз перископе обсадная труба закрывается крышкой *50*, которая приводится в движение рукояткой *52* изнутри каземата.

Фиг. III

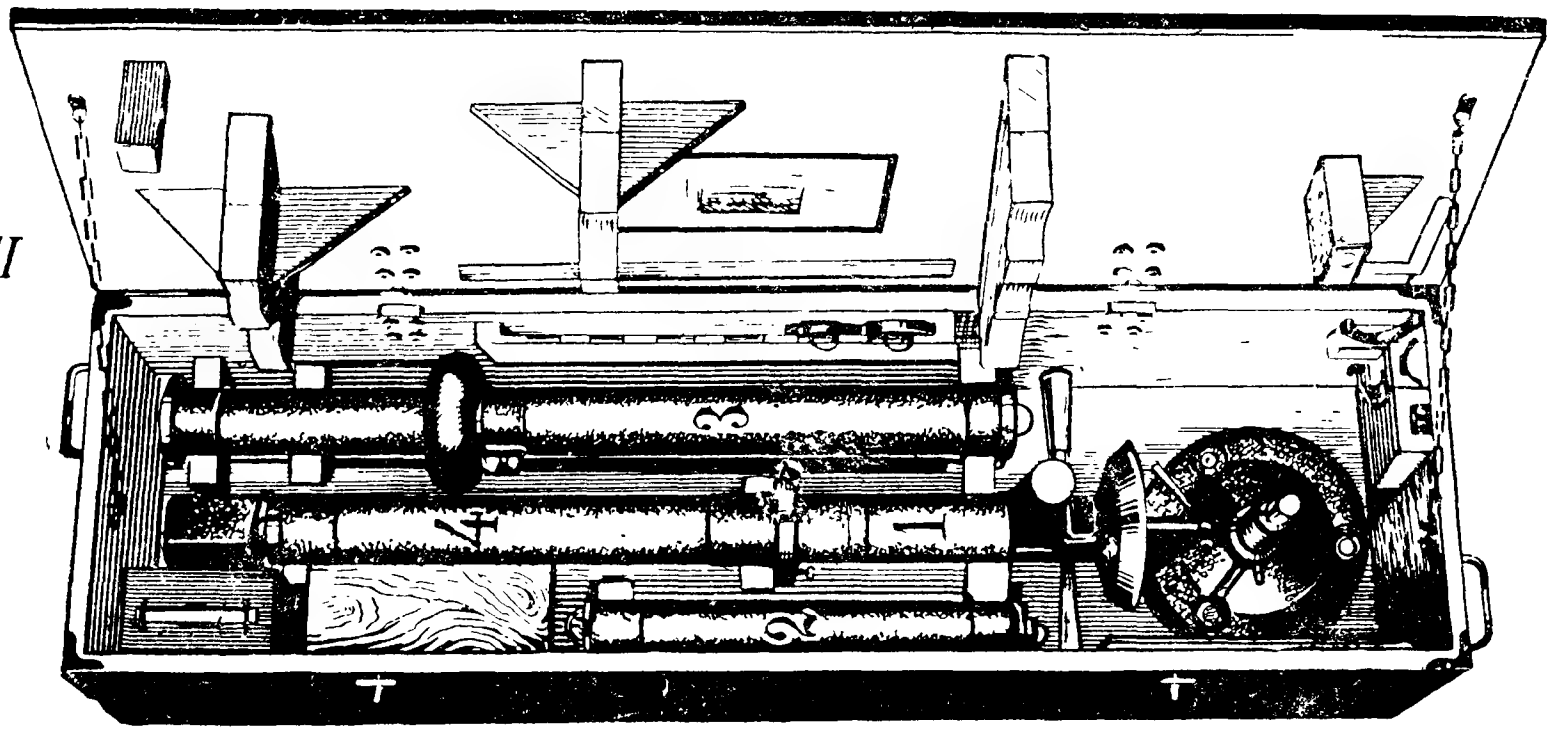


Рис. 17а.

Установка перископа при наблюдении из-за высоких укрытий (рис. 15, фиг. *II*). Перископ устанавливается на треноге и для более надежного укрепления в вертикальном положении растягивается тремя канатами. Верхние концы этих канатов укреплены в проушины кольца; нижние концы привязываются к кольям, забитым в землю.

Установка перископа в подвешенном состоянии (рис. 15, фиг. *III*). Перископ дальнего наблюдения может быть для наблюдения подвешен в собранном виде на дерево, столб, стену и тому подобные опоры. Подвешивание производится с помощью крюка, укрепленного на верхнем звене перископа.

8) Испытания перископов

При изготовлении и при сдаче перископы для казематов сухопутного фронта и перископы дальнего наблюдения должны удовлетворять общим техническим условиям для оптических специальных приборов. К специальным испытаниям, которым должны быть подвергнуты упомянутые перископы, относятся:

а) Поверка движения перископа в обсадной трубе.

б) Поверка степени герметизации уплотнительного кольца.

в) Собранный и правильно установленный на колонке перископ и вставленный в закрепленную обсадную трубу должен оказывать

небольшое равномерное сопротивление вращению в горизонтальной плоскости и движению вдоль обсадной трубы при подъеме и опускании перископа; предварительно внутренняя поверхность обсадной трубы и уплотнительное кольцо должны быть смазаны пушечным салом.

г) Поверка степени герметизации, достигаемой уплотнительным кольцом, производится в течение получаса давлением столба воды высотою 10 *см*, налитой в обсадную трубу поверх уплотнительного кольца; при этом не должно быть обнаружено появления воды, даже в виде капель, на стенках обсадной трубы и самого перископа ниже уплотнительного кольца.

5. ДРУГИЕ ТИПЫ ПЕРИСКОПОВ

Кроме вышеприведенных перископов ПСФ и ПДН, изготовляются еще следующие перископы сухопутного фронта.

Перископ сухопутного фронта. Увеличение от 1,5× до 2× при возможно большом поле зрения 25—30°.

Перископ сухопутного фронта (ТУ-1) 4× увеличения с качающейся верхней отражательной призмой.

Оптические данные перископа: увеличение — 4×, поле зрения — 10,4°, диаметр выходного зрачка — 6 *мм*, перископичность от 1,5 до 2,5 *м*, пределы визирования в вертикальной плоскости от —20° до +40° и полный круговой обзор по горизонту.

6. ПЕРИСКОПЫ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

1) Основные типы перископов подводных лодок

Еще в начале этого столетия подводные лодки были названы слепыми. Утверждали, что они никогда не смогут развиться до степени полезного военного оружия, так как невозможно видеть под водой. Так же и сегодня вопрос видения под водой еще не разрешен, поэтому плавание и нападание, как и прежде, в основном производятся над водой.

В первых подводных лодках для целей обозрения служил наблюдательный купол, через который командир мог от времени до времени, при всплывании лодки на поверхность, делать наблюдения. Ясно, что это решение, которое заключалось в приведении на поверхность воды самого глаза наблюдателя, было несовершенным и обещало успех для нападения только в особо благоприятных случаях.

Практически полезным и принципиально наипростейшим способом видеть для подводной лодки было применение зрительной трубы (перископа), которая направляет лучи, идущие от наблюдаемого предмета с помощью возвышающегося над поверхностью воды конца трубы, во внутрь лодки и тем самым в глаз наблюдателя.

Разработка годных для подводных лодок перископов последовала в странах, которые первые применили подводные лодки для военных надобностей, а именно: в Англии, Франции, Италии и Северной Аме-

рике. Высоко развитая германская оптическая промышленность во главе с фирмой Герц в Берлине и фирмой Цейсс в Иене быстро достигла предшествующего успеха за границей и скоро превзошла его. Уже первые перископы двух названных фирм, поставленные для русских подводных лодок и для первых лодок германского морского ведомства, были вполне пригодными для употребления приборами.

Развитие перископостроения в соответствии со все возрастающими требованиями подвигалось большими шагами вперед и скоро, на основании опыта и практического применения, выработались типы перископов для подводных лодок, которые можно характеризовать следующими данными.

1. *Зенитные перископы* (для наблюдения и навигации). Как наблюдательные приборы они должны обеспечивать общее наблюдение морского и воздушного пространства; как навигационные приборы они должны давать надежное управление погруженной подводной лодкой. Поэтому в этих перископах особое значение имеет большое поле зрения, как для наблюдения по горизонту, так и по высоте.

2. *Командирский перископ.* Как боевой прибор этот перископ должен оставаться по возможности незаметным, чтобы не выдавать неприятелю нападающую подводную лодку. Кроме того, он должен быть снабжен всеми приспособлениями для определения данных противника, как то: скорости, курсового угла и дальности.

3. *Ночной перископ.* Как ночной перископ он должен отвечать пунктам 1 и 2 и, кроме того, должен быть особенно светосильным.

Некоторые дополнительные устройства, которыми в первое время были снабжены перископы, не удержались, как, например, омывание верхних защитных стекол пресной водой для удаления слоя соли, образовавшегося от морской воды. Это приспособление было отменено потому, что, как оказалось, помутнение изображения от солевых отложений на объективной части самым простым образом удаляется, если время от времени перископ опускается в воду. Вместо этого оказалось необходимым устроить приспособление, посредством которого внутренность зрительной трубы время от времени могла бы просушиваться. Это приспособление состоит из маленького, приводимого в движение электромотором воздушного насоса, который высасывает воздух из трубы и опять вводит обратно через фильтр из хлористого кальция, который поглощает влагу.

2) Оптические данные перископов

Современные перископы для подводных лодок обладают следующими оптическими данными.

Сменное увеличение:

малое от 1,2× до 1,5×	поле зрения приблизительно 40°
большое от 5× до 6×	поле зрения приблизительно 10°

Малое увеличение оптической системы в пределах от 1,2× до 1,5× было выбрано для нормальных типов перископов, потому что, как

показал опыт, при этом увеличении наблюдателю предметы кажутся такой же величины, как при наблюдении невооруженным глазом. Однако скоро выявилась необходимость более точного выяснения подробностей наблюдаемой цели. Для этого сначала перед окуляром вставляли увеличительные линзы, которые были монтированы в известных револьверных головках. Это устройство не удержалось, частью потому, что при большом увеличении светосила соответственно уменьшается, частью из-за неудобства; оно было заменено так называемым сменным объективом. Смена объективов производится посредством проволочного канатика (троса) или стальных натяжных лент, приводимых в движение рукояткой, находящейся на нижней голове перископа. Вторым увеличением обычно берут 5× или 6×. Сила света при этом удерживается принципиально неизменной, поле зрения, однако, получает соответствующее изменение.

Как дальнейшее, уже перед войной разработанное существенное улучшение перископа нужно рассматривать конусное уменьшение верхней части наружного корпуса перископа, так называемую бутылку. Его наружный диаметр перед войной был уменьшен до 80 *мм*; во время войны дошли до диаметра 40 *мм*. Благодаря этому видимость перископа и производимый им на поверхности воды след при атаке значительно уменьшались.

Война потребовала еще другие значительные улучшения конструкции перископов. Так например, введение уже ранее предложенного наблюдения за воздушными целями, посредством которого стало возможным перед выходом на поверхность установить, есть ли неприятельские самолеты в угрожающей близости. Верхняя система призм так конструировалась, что она могла быть повернута вокруг горизонтальной оси. Таким образом стало возможным обозревать не только полосу в 30° над горизонтом, как при обыкновенном перископе, но и весь небесный свод.

Трудная задача назрела для оптических фирм, когда явилась необходимость, чтобы перископ был снабжен надежным приспособлением для определения расстояния до цели. Так как соединение базисного дальномера с зрительной трубой перископа по различным причинам невыполнимо, то могла быть речь только о том, чтобы определять расстояние с помощью измерения угла, под которым видна визируемая цель, высота которой известна, например: высота дымовой трубы над ватер-линией. Так как желаемая мера длины должна быть определена только приблизительно, то дело идет в сущности только об устройстве прибора для оценки расстояния. Очень простое устройство, которое служит названной цели,— это дальномерная пластинка, которая применяется в военных биноклях. Она состоит из поставленной в фокальной плоскости окуляра стеклянной пластинки, которая несет соответственно данному заданию деления. Наблюдают, сколько делений этой шкалы занято изображением, а затем по этим делениям и по размерам цели с помощью таблиц определяют расстояние до цели.

Более удобное устройство — это микрометр с передвижной нитью.

В этом микрометре цель устанавливается между двумя нитями, расстояние которых отсчитывается на выступающей части этого приспособления.

Трудность производить надежные измерения названными приборами во время морского волнения и при неспокойной лодке привела к развитию дальномера двойного изображения, который устроен так, что насаживается на окуляр перископа и состоит по существу из двух передвигаемых по отношению друг к другу половинок линз. Сдвигом одной половинки линзы одна часть изображения может быть передвинута на известную величину, например на величину известной высоты дымовой трубы корабля. Соответствующее этому сдвигу расстояние может быть отсчитано непосредственно по шкале с дистанционными делениями.

3) Механические данные перископов

Механическое оформление устройства перископа потребовало также немало технических работ.

При конструировании труб перископов подводных лодок большое внимание должно быть обращено на расчет прочности и очертаний труб, чтобы возможно уменьшить вибрации перископа при подводном плавании и придать наибольшую прочность при минимальных размерах перископа. Известно, что при некоторых условиях во время хода подводной лодки перископы совершают движения вибрационного характера, доходящие по своим размерам до таких пределов, при которых нарушается точность пеленгования и затрудняется наблюдение. Причины этой вибрации допускают двоякое толкование: либо они кроются в обычных механических явлениях, состоящих в сотрясении корпуса лодки под влиянием неуравновешенных сил работающих механизмов, либо причина вибрации может лежать в периодичности вихревых движений при обтекании выступающей части перископа окружающей массой воды и, следовательно, носит гидродинамический характер. Считают, что доминирующее влияние оказывает вторая причина, и установлено, что вибрации существуют почти исключительно в поперечном (перпендикулярном к скорости лодки) направлении. Меры борьбы с вибрацией следующие: во-первых, уменьшают размеры поперечной возмущающей силы путем применения кожуха удобообтекаемой формы; во-вторых, избегают постоянства сечения трубы перископа на заметном протяжении (всю выдающуюся часть трубы перископа делают переменного конического сечения).

Наружные трубы изготовляются почти исключительно из нержавеющей немагнитной никелевой стали. Последнее свойство имеет значение в случае близости компасов. Бронза — менее пригодный материал для наружной трубы, так как она при одинаковой нагрузке больше пружинит.

Уже скоро после введения перископов стало ясно, что перископы при атаке должны быть показаны на очень короткое время; так как

подводной лодке, благодаря ее конструктивным особенностям, не может быть дана соответствующая большая подвижность в вертикальном направлении, то нужно было позаботиться о том, чтобы сам перископ мог быть быстро поднят и опущен. При большом весе перископов (перископ длиною 7—9 *м* и с диаметром наружной трубы 150 *мм* весит приблизительно 500 *кг*) нужно было применить моторный привод для его подъема.

При обыкновенном устройстве перископа окуляром можно было пользоваться, начиная с его наивысшего положения, до высоты 1 *м* над полом башни и, если наблюдатель визирует с лестницы центрального трапа, еще на 500 *мм* ниже, но тогда уже можно смотреть только вперед. Понятно, что вскоре явилось желание наблюдать при еще более низком положении перископа. Это требование было удовлетворено тем, что защитная труба была настолько расширена, что перископ можно было опускать вместе с наблюдателем. Такое устройство было выполнено впервые фирмой «Германская верфь».

Ввиду большого значения, которое имеет перископ для подводной лодки, в последнее время на лодках устанавливают по два перископа, из которых один должен находиться в распоряжении командира при производстве минной атаки, а другой — служить помощнику для общего наблюдения за происходящим на поверхности.

Более крупные подводные лодки часто снабжаются третьим перископом. Этот третий перископ помещается в некотором отдалении от первых двух, чтобы он не был поврежден одновременно с двумя первыми при попадании неприятельского снаряда. Этот перископ опускается непосредственно в центральное помещение, так что им можно пользоваться даже при выходе из строя всей башни. Как запасной перископ, он принципиально находится всегда в опущенном положении, пока служат другие перископы.

7. ЗЕНИТНЫЕ ПЕРИСКОПЫ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

1) Данные перископа

На рис. 18 изображен тип современного зенитного перископа для подводных лодок. Данные этого типа перископов, как уже было указано, следующие: высота перископа от 7 до 9 *м*, диаметр наружной трубы — 150 — 180 *мм*, увеличение двойное: малое — от 1,2× до 1,5×, поле зрения до 40° и большое — от 5× до 6×, поле зрения до 10°, диаметр зрачка выхода около 7 *мм*, вертикальная наводка в пределах от 0 до 90°, горизонтальная наводка в пределах до 360°.

Перископ имеет следующие приспособления:

а) дальномерное устройство для определения расстояния до цели и курсового угла цели относительно линии визирования;

б) механизм неподвижной линии в пространстве для определения скорости движения цели;

в) механизм треугольной лупы для определения угла бросания торпеды;

г) механизм азимутального круга для отсчета углов между направлением луча зрения перископа с осью подводной лодки;

д) приспособление для внутреннего отсчета углов между направлением луча зрения перископа и осью подводной лодки;

е) привод для поворота визирного луча в вертикальной плоскости (вертикальная наводка);

ж) привод для перемены увеличения;

з) ручки поворота перископа вокруг вертикальной оси (горизонтальная наводка);

и) механизм для осушки перископа.

2) Оптическая система зенитного перископа

Зенитные перископы указанного типа имеют оптическую систему, состоящую из четырех телескопических систем, из которых две помещаются в верхней суженной части перископа (бутылке), а остальные — в основной цилиндрической трубе (рис. 18, фиг. *I* и *III*).

Для вертикальной наводки служит головная отражательная призма-куб *3* (фиг. *I*), состоящая из двух прямоугольных призм, склеенных своими посеребренными гипотенузными сторонами. При своем вращении вокруг горизонтальной оси эта призма, как зеркало, поворачивает луч на угол, вдвое больший, чем поворот самой призмы. Чтобы вертикальную наводку можно было производить в пределах от 0 до зенита при возможно меньшем габарите головы перископа, в этой системе вместо обычного плоскопараллельного защитного стекла применено стекло *1*, представляющее собою часть шаровой поверхности. Однако такое стекло действует как отрицательная линза и потому в компенсацию к нему вводится еще положительная линза *2*, центр которой должен быть всегда на оптической оси при наклоне призмы-куба, т. е. скорость поворота этой линзы должна быть вдвое больше, чем поворот самой призмы-куба.

Далее следует первая телескопическая система, состоящая из линз *4*, *5*, и *6* (фиг. *I* и *II*). При смене увеличений линза *5* перемещается вдоль трубы; в положении, показанном на фиг. *I*, получается малое увеличение при большом поле зрения и в положении линзы *5*, показанном на фиг. *II*, получается большое увеличение и малое поле зрения.

Вторая телескопическая система состоит из линзы *7*, коллектива *8* и линзы *9* (фиг. *I* и *II*).

Третья телескопическая система состоит из линз *10* и *11*.

Четвертая телескопическая система состоит из линзы *12* и линз измерительного окуляра *14*, *15* или из линз наблюдательного окуляра *14* и *16* (фиг. *I*). Окулярная призма *13* служит для поворота лучей на 90°.

Ход лучей в системе перископа показан на фиг. *I*.

3) Механическая часть перископа

Перископ состоит из двух труб: наружной и внутренней (рис. 18, фиг. *III*).

1. Наружная труба является основной трубой перископа. Она состоит из двух частей цилиндрических и конических. На цилиндри-

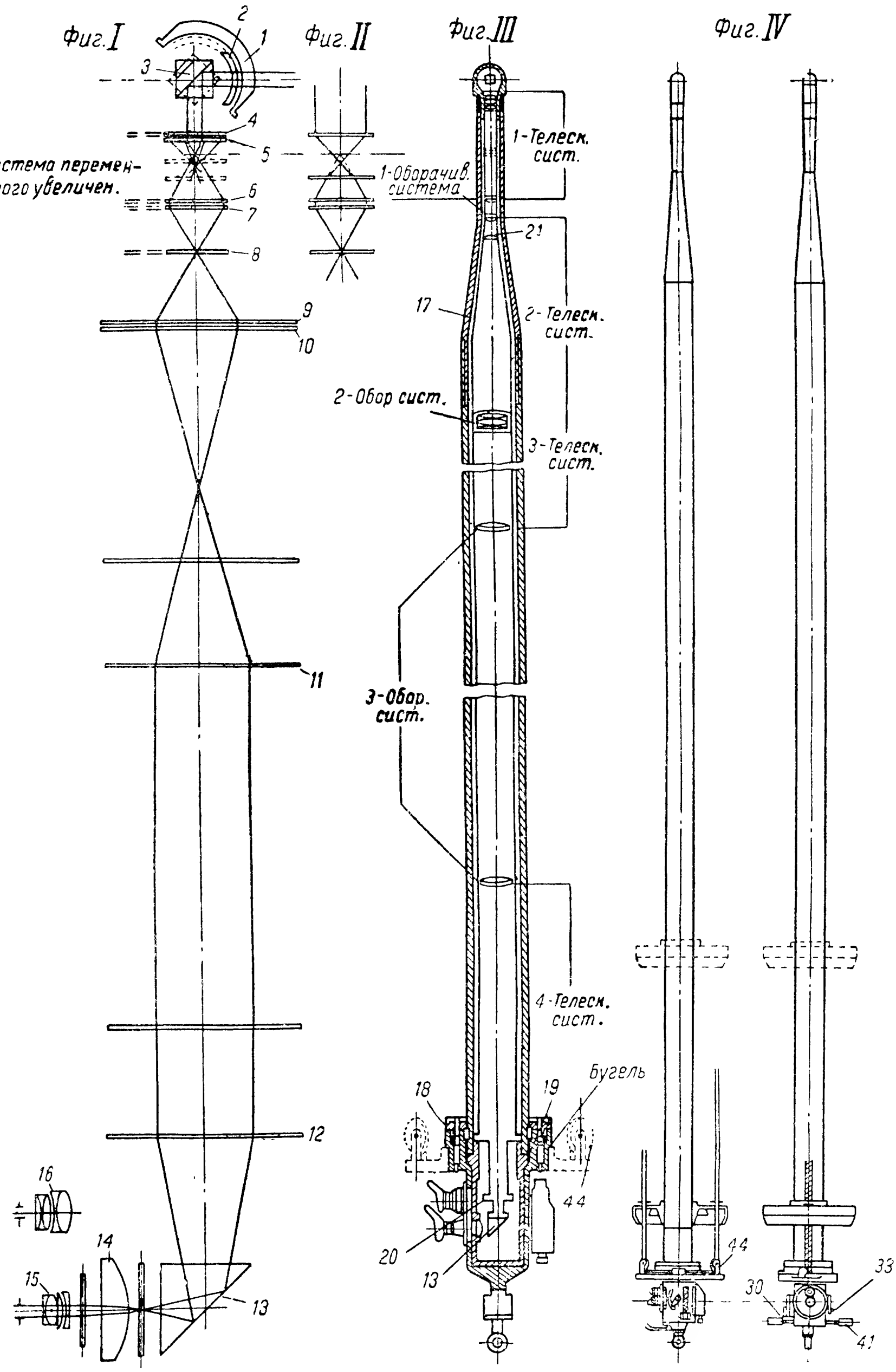


Рис. 18. Схема зенитного перископа для подводных лодок.

ческих частях укреплен бугель *18* с роликами *44* для подвешивания перископа на тросах. При горизонтальной наводке перископа наружная труба вращается, а при подъеме и опускании скользит в сальнике подводной лодки. Верхний конец наружной трубы соединен на резьбе с конусной частью *17* перископа. Нижний конец наружной трубы соединен с внутренним корпусом окуляра соединительной муфтой *19*, имеющей правую и левую резьбу.

2. Внутренняя труба предназначается для сборки в ней оптической системы перископа. Она состоит из отдельных частей, соединенных между собою втулками, в которых монтируются оптические детали. К нижнему концу внутренней трубы крепится втулка с фланцем *20* с укрепленной на ней призмой *13*. К верхнему концу внутренней трубы крепится конус *17* и к нему трубка *21*, входящая в верхнюю наружную трубу перископа.

Верхняя головка (рис. 19, фиг. *I* и *II*). Для прохода лучей в перископ защитное стекло сделано в виде части поверхности шара. Монтировано это стекло *1* в корпусе головы перископа с помощью кольца. Для обеспечения водонепроницаемости под стекло кладется резиновая прокладка. Сверх стеклянного колпака навернут стальной колпак *22*, имеющий входное отверстие, позволяющее визировать до зенита. Корпус головы соединен муфтой *23* с верхней наружной трубой.

Внутри головы помещена призма-куб, которая при помощи маховичка *24* может повертываться в пределах от 0 до 45° вверх, что дает возможность визировать в зенит. Перед призмой находится компенсационная линза *2*. Так как поворот этой линзы должен быть в два раза больше, чем поворот призмы-куба, то механизм этих поворотов устроен так, что призма-куб заключена в оправу *26*, которая может повертываться на своих цапфах в подшипниках *25*. На оправе помещена свободно вращающаяся коническая шестеренка *27*, укрепленная винтом. На правую цапфу оправы надета свободно вращающаяся коническая шестеренка *28* с роликом для троса. В ободе ролика сделан вырез, в который входит конец троса, закрепляемого на шайбе ролика. С левой стороны призмы на цапфу оправы надета коническая шестерня, которая закреплена неподвижно винтом в подшипнике *29*. На шестерню надет холостой ролик для троса перемены увеличения. Внутри шестерни вложена пружина, которая стремится поворачивать призму в свое исходное положение при визировании по горизонту. На оправу призмы-куба привинчены пластины, которые держат оправку компенсационной линзы.

Тросы от роликов идут через весь перископ и в окулярной части прикрепляются к маховичку, который может поворачиваться от рукоятки *30* с левой стороны окуляра (рис. 18, фиг. *IV*) и одновременно поворачивать ролик вместе с шестеренкой в голове перископа. При вращении шестерни *26* (рис. 19, фиг. *II*) шестерня *27* будет перекатываться по неподвижной шестерне *23* и тем самым ось шестерни, составляющая одно целое с оправой призмы-куба, будет поворачивать последнюю на угол, вдвое меньший, чем поворот ролика

и компенсационной линзы. Пружина, помещенная вне подвижной шестерни, предназначена для установки в исходное положение визирования по горизонту призмы-куба в случае обрыва троса.

Верхняя труба перископа представляет собою одно целое с конусом. В верхней трубе помещены следующие линзы системы (рис. 18, фиг. *I*):

неподвижная линза *4*,
подвижная линза системы перемены увеличения *5*,
линзы первой оборачивающей системы *6* и *7*,
коллектив с сеткой *8*.

Конусная часть перископа является продолжением верхней наружной трубы и соединяется с ней на резьбе через прокладку. Внутри конусной части помещен внутренний конус, соединяющий верхнюю внутреннюю трубу с внутренней трубой перископа.

Цилиндрическая часть перископа состоит из наружной трубы и внутренней трубы, в которой помещены первая и вторая линзы *9* и *10* второй оборачивающей системы и первая *11* и вторая *12* линзы третьей оборачивающей системы.

Втулки линз имеют прорези для подвижки линз с оправами при сборке перископа. Между внутренней и наружной трубами пропущены тросы приводов переменного увеличения и качания верхней призмы-куба, а также трубки для подачи воздуха при осушке перископа. Тросы и трубки укреплены на втулках внутренней трубы скобками.

Нижняя—окулярная—голова перископа имеет два корпуса (рис. 19, фиг. *I*): наружный и внутренний. Своим внутренним корпусом нижняя головка соединяется муфтой *31* и шпонкой с наружной трубой перископа. Внутри нижней головы помещены следующие устройства:

а) призма окуляров *13*;
б) призма внутреннего отсчета по азимутальному кругу *32*;
в) передача приводов перемены увеличения *33* (рис. 18, фиг. *IV*);
г) передача приводов качания призмы-куба *30* (рис. 18, фиг. *IV*);
д) винты натяжения тросов;
е) механизм неподвижной линии *34* (рис. 19, фиг. *I*).

Коллектив окуляров *14*, закрепленный во внутреннем корпусе, служит защитным стеклом от проникновения воды внутрь подводной лодки в случае повреждения верхней части перископа.

С задней стороны головы имеется отверстие для визирования шкалы азимутального круга при отсчете азимутальных углов.

Рычаг *36* (рис. 19, фиг. *I*) служит для установки неподвижной линии. Дно нижнего корпуса привертывается винтами. На дне внутреннего корпуса смонтированы механизмы неподвижной линии и клеммы для проводов мотора синхронной передачи.

На наружном корпусе *37* окулярной головы смонтированы следующие механизмы:

а) окуляры для наблюдения *38* и измерений *39*;
б) ручка для привода перемены увеличения *33* (рис. 18, фиг. *IV*);
в) маховичок *30* для привода качания верхней призмы;

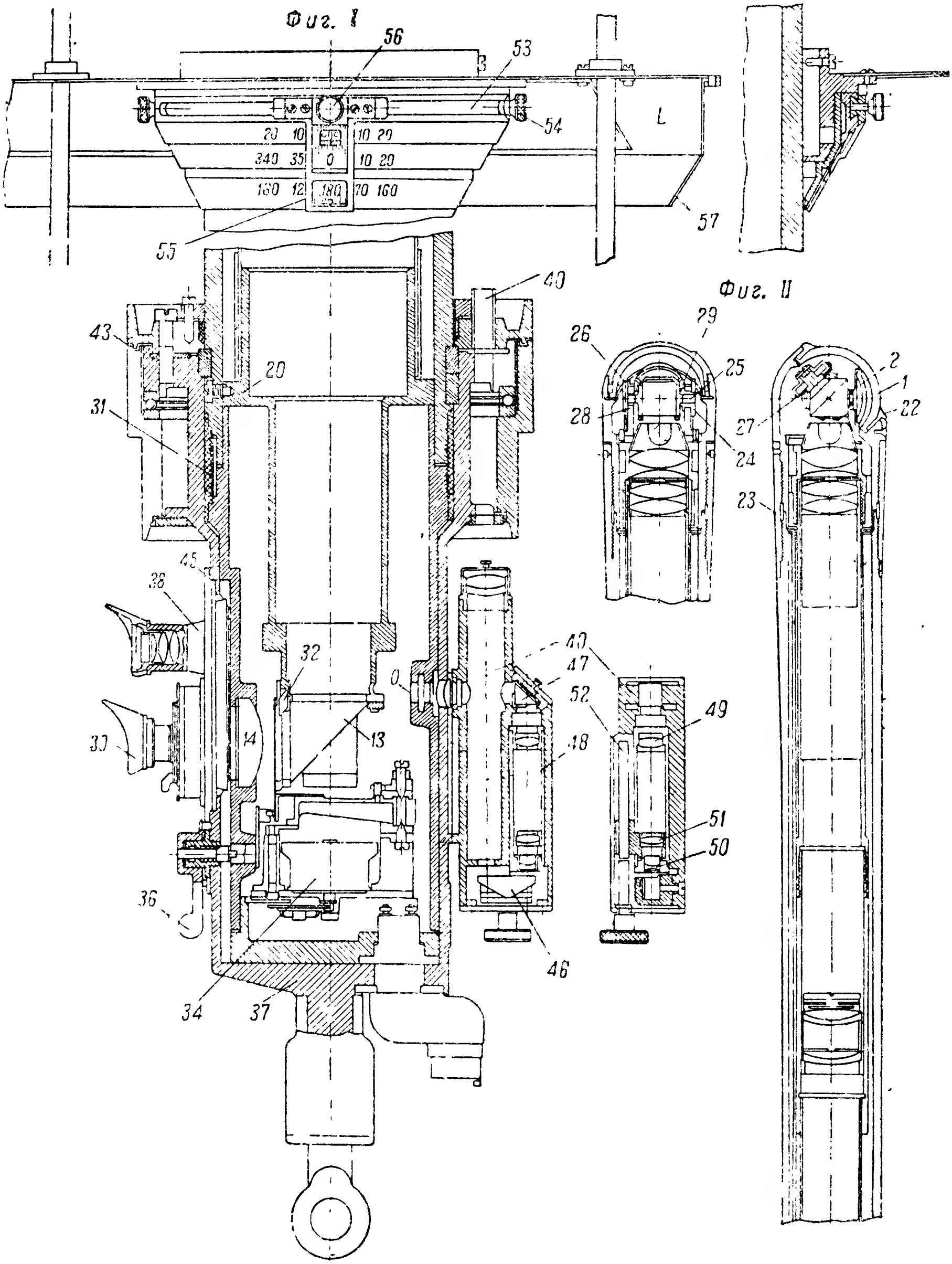


Рис. 19. Схемы перископа подводных лодок.

г) рычаг *36* для установки неподвижной линии (рис. 19, фиг. *I*);

д) приспособление для внутреннего отсчета по азимутальному кругу *40*;

е) ручки для вращения перископа *41* (рис. 18, фиг. *IV*).

Наружный корпус головы надет поверх внутреннего корпуса и направляющими шпонками входит в пазы на внутреннем корпусе. На нижнем конце наружной трубы имеется выточка *42* для полуколец и паз для шпонки. Кольцо *43*, надетое на наружную трубу перископа, привинчено винтами к фланцу наружного корпуса головы. Таким образом совершается присоединение корпуса головы к перископу.

Поверх наружного корпуса надет бугель *44* (рис. 18, фиг. *III*), на который надевается хомут с роликами для подвешивания перископа на тросах. Между фланцем наружного корпуса и бугелем заложен шариковый подшипник для вращения перископа. Для поддержки бугеля *44* к наружному корпусу привернуто кольцо *43* (рис. 19, фиг. *I*). В кольце помещен сальник, препятствующий стекающей по наружной трубе воде попадать между наружным и внутренним корпусом головы.

О к у л я р ы. Перископ имеет два окуляра: окуляр для наблюдений и окуляр для измерения расстояний до цели. Окуляры укреплены на поворотном диске *45*. Наблюдение может производиться одновременно только через тот окуляр, который находится против коллективной линзы, т. е. в нижнем положении. Перестановка окуляров производится поворотом диска на 180° за рычаг. Для фиксирования положения окуляров в корпусе головы имеются пружинная защелка и упоры, ограничивающие поворот диска.

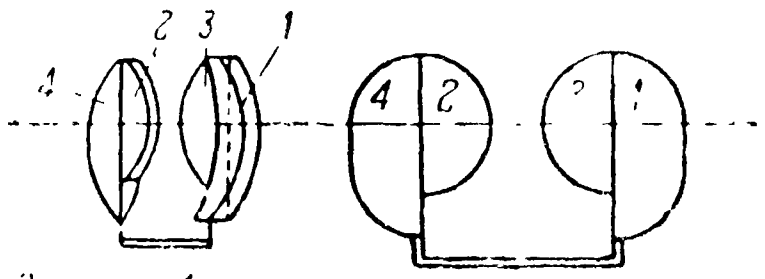
Для установки окуляров на резкость видения в наглазники окуляров вставляются соответственные сменные диоптрийные стекла.

Окуляры снабжены переставными светофильтрами, укрепленными на диске *СВ*. Два из светофильтров окрашены, один бесцветный. Вращение диску со светофильтрами передается от маховичка *14* (рис. 20 фиг. *V*) через зубчатую коническую шестеренку *15* и шестеренку *13*. Положение светофильтров фиксируется пружинной защелкой.

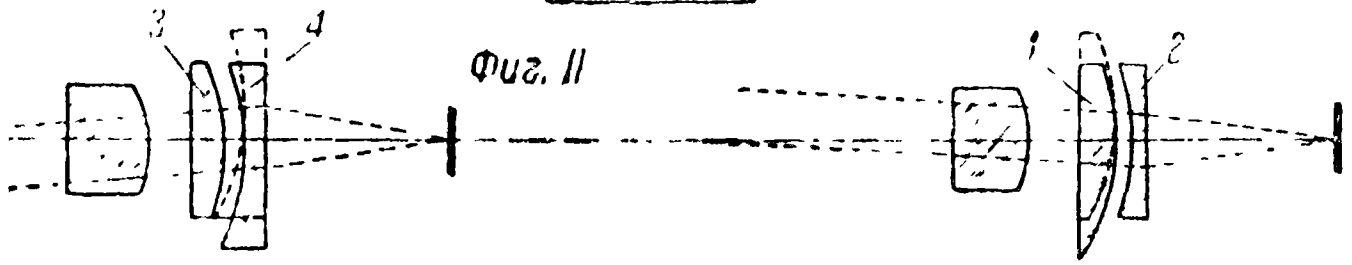
4) Приспособление для внутреннего отсчета по азимутальному кругу

На наружном корпусе нижней головы перископа со стороны, противоположной окуляру, привернут корпус *40* приспособления для внутреннего отсчета по азимутальному кругу. Внутри корпуса снизу помещена призма *46*. Против отверстия в корпусе закреплена призма *47*. Между призмами *47* и *46* вставлена трубка *48* с неподвижными линзами *49*, *50* и подвижной линзой *51* (рис. 19, фиг. *I*). В оправе подвижной линзы сделано отверстие с резьбой, в которое пропущен винт *52*. Конец винта выходит из корпуса приспособления и на его конце насажен маховичок. При вращении маховичка оправа движется по винту и перемещает линзу *51* вдоль трубки *48*. Этим передвижением достигается фокусировка оптической системы приспособления

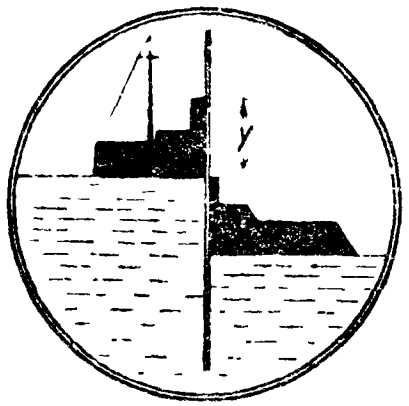
Фиг. I



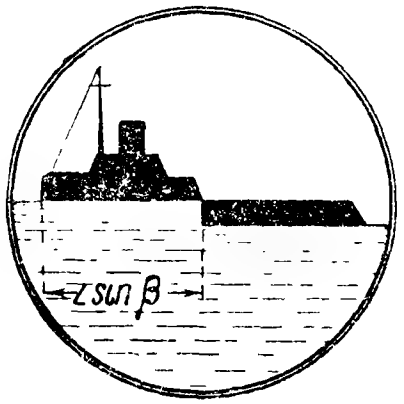
Фиг. II



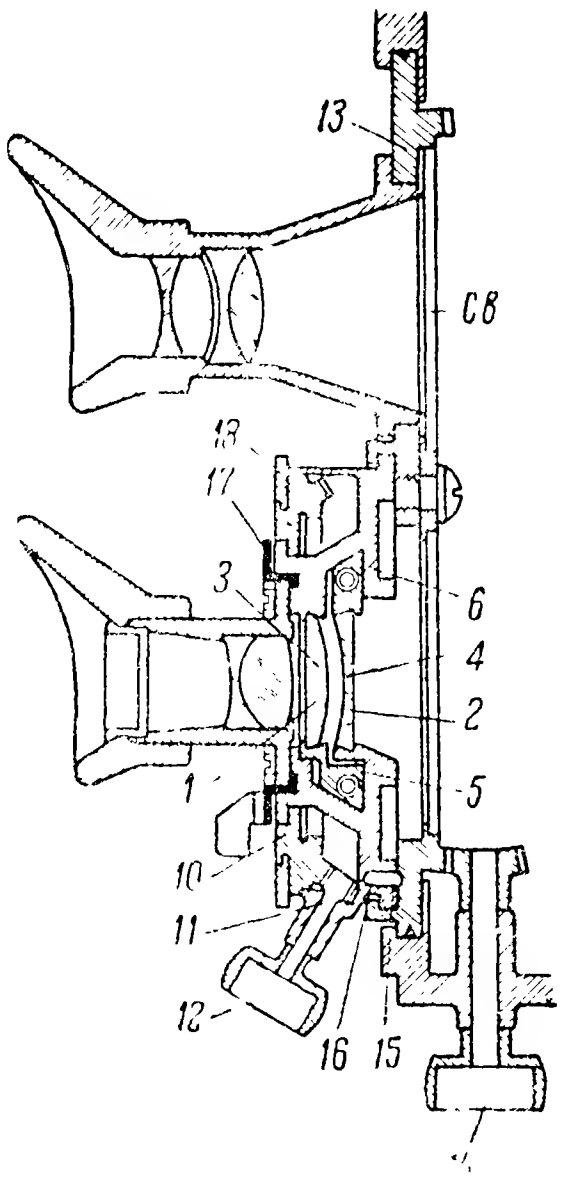
Фиг. III

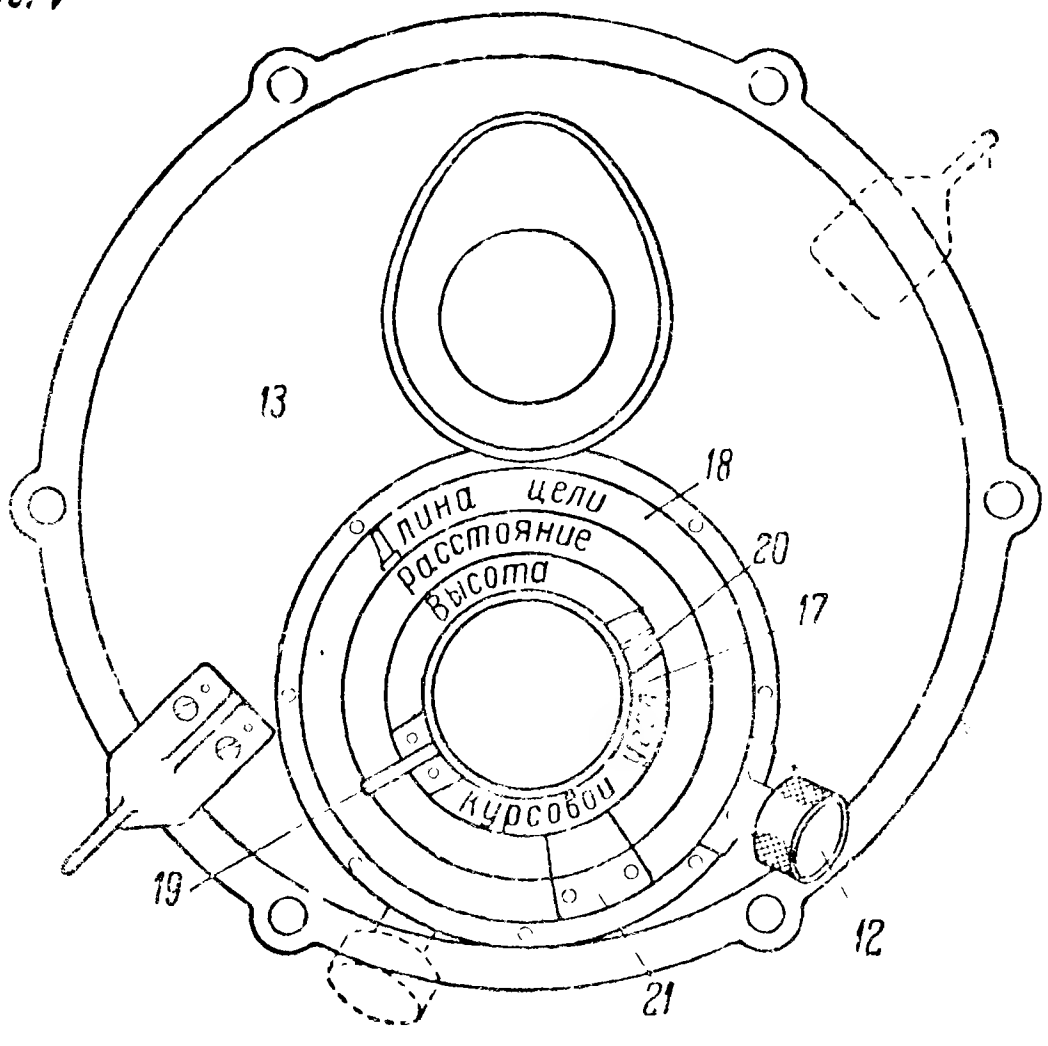


Фиг. IV

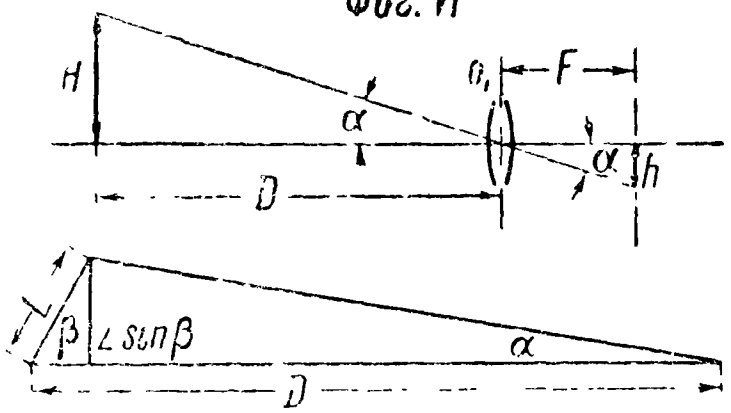


Фиг. V





Фиг. VI



Фиг. VII

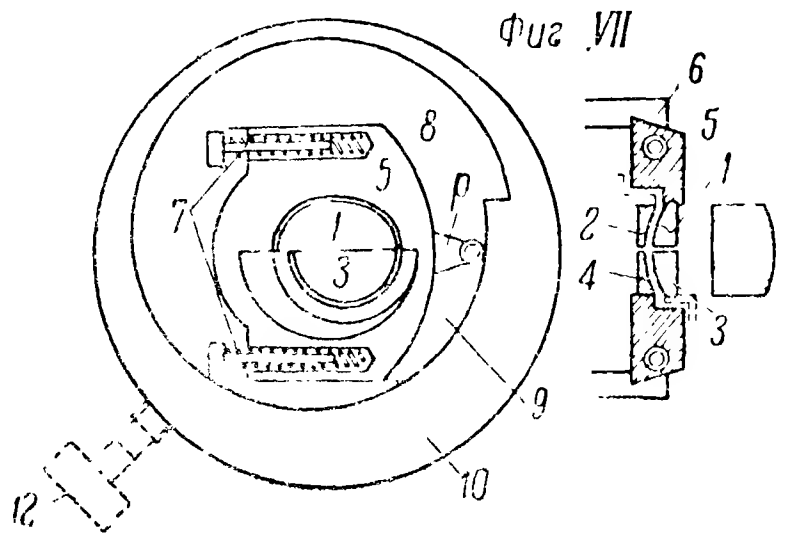


Рис. 20. Схемы перископов подводных лодок и дальномерное приспособление.

на азимутальный круг. Против призмы *47* внутри нижней головки поставлены призма *32* и стеклянная пластинка с указателем.

Изображение шкалы азимутального круга и указателя передается в поле зрения окуляра, где и производится внутренний отсчет. Для прохода лучей от азимутального круга в объектив приспособления в кольце и во фланцах наружного корпуса имеются отверстия.

Ручки поворота перископа. Для горизонтальной наводки перископа на наружной стороне головы по обе стороны окуляров установлены ручки, которые могут откидываться из вертикального положения в горизонтальное и в таком положении выдвигаться на своих стержнях для их удлинения, что облегчает поворот перископа.

Азимутальные круги для отсчета горизонтальной наводки надеты на наружную трубу перископа и укреплены на потолке центрального помещения лодки. Два азимутальных круга закреплены неподвижно. Верхний круг имеет шкалу с делениями от 0 до 360° через один градус. Нижний круг имеет шкалу с делениями от 0 до 180° в обе стороны через один градус. Третий круг *53* подвижной, имеет шкалу с делениями от 0 до 180° через один градус в обе стороны. Этот азимутальный круг устанавливается от руки и закрепляется винтом *54*. Указатель *55*, тоже подвижной, устанавливается от руки и закрепляется винтом *56* (рис. 19, фиг. *I*). Вокруг азимутальных кругов установлен отражательный кожух *57*. В кожухе укреплены лампочки *L*, освещающие азимутальные круги.

5) Механизм неподвижной линии в пространстве

Механизм предназначается для измерения скорости наблюдаемой цели, длина которой *L* известна. Конструкция этого механизма заключается в следующем.

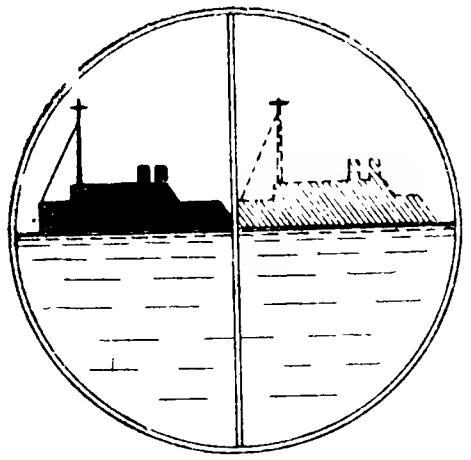
В фокальной плоскости окуляра перископа (рис. 21, фиг. *III* и *IV*) введена вертикальная нить *a*—*b*, натянутая на рамку *5*. Эта рамка связана через ряд зубчатых передач с мотором *1*, работающим синхронно с гироскопическим компасом. Таким образом при всех изменениях подводной лодкой своего курса направление визирной линии, даваемое нитью, остается в пространстве неизменным. Если известна длина цели *L*, то с помощью секундомера измеряют время, необходимое для того, чтобы цели пройти путь по отношению к неподвижной линии в пространстве, равный ее собственной длине. По этим данным определяют скорость движения цели, исходя из следующих рассуждений.

Пусть собственный курсовой угол подводной лодки β (фиг. *II*), курсовой угол цели относительно линии визирования α, V_1 — собственная скорость подводной лодки, V — искомая скорость цели, T — время в секундах, необходимое для прохождения целью пути L. Из построения (фиг. *II*) выводим формулу.

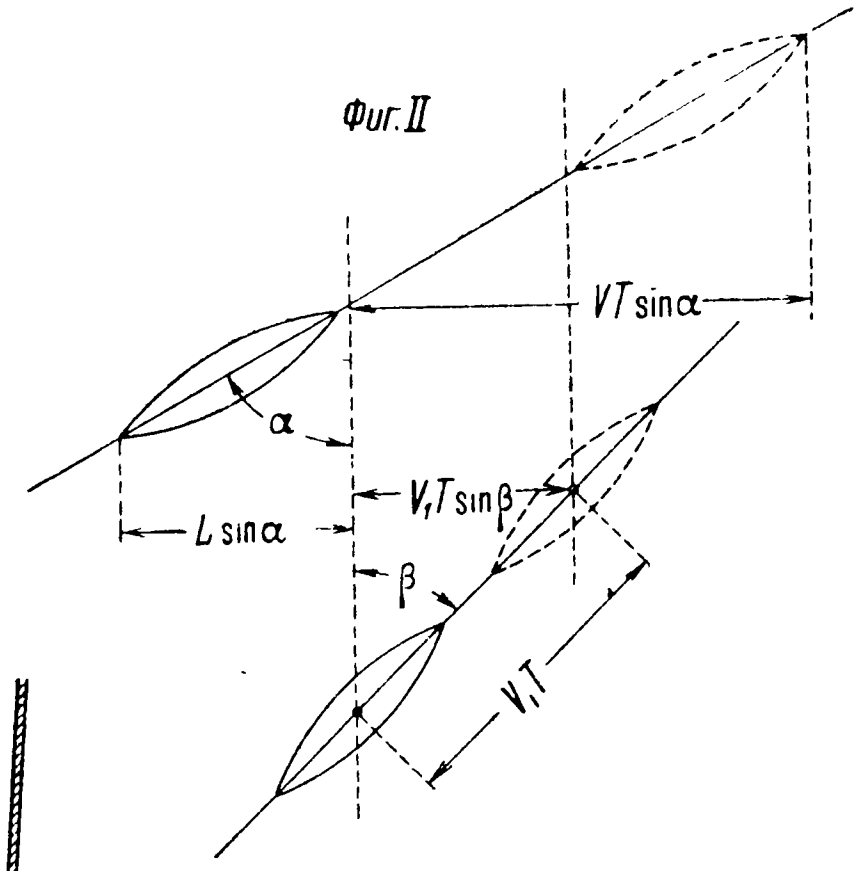
Взаимное перемещение собственное и цели за время T равно

$$VT\sin\alpha - V_1T\sin\beta = L\sin\alpha;$$

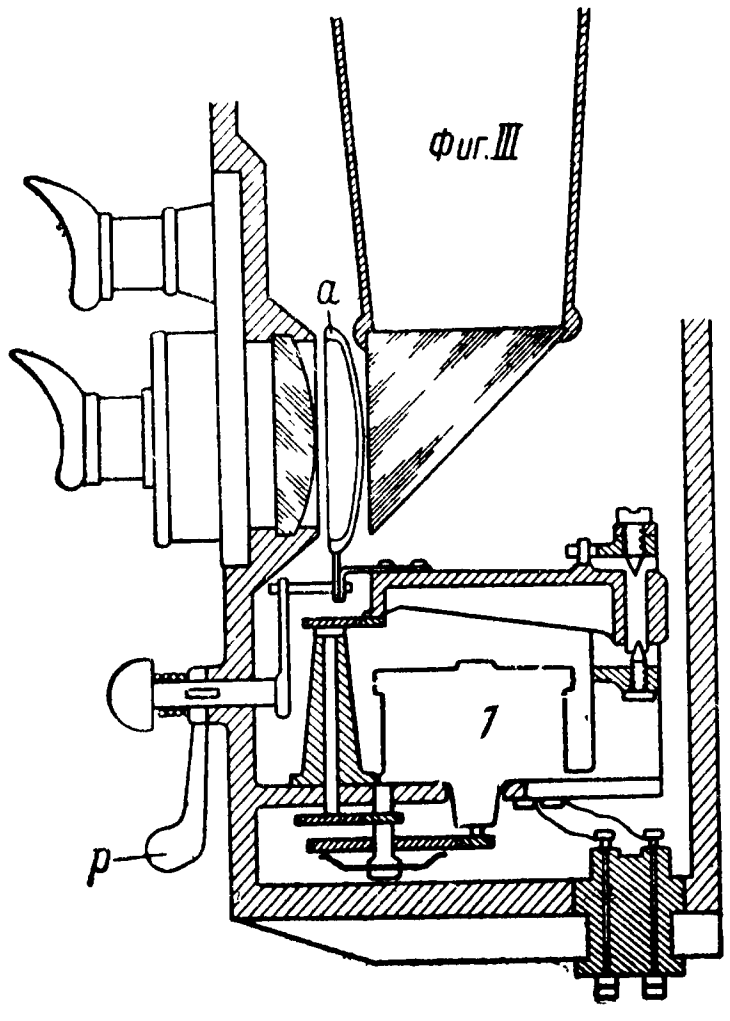
Фиг. I'

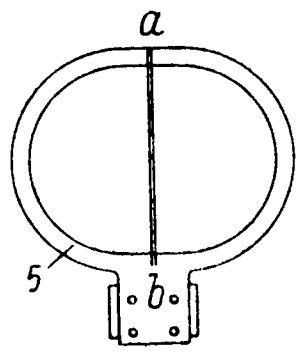


Фиг. II



Фиг. III





Фиг. IV

Фиг. V

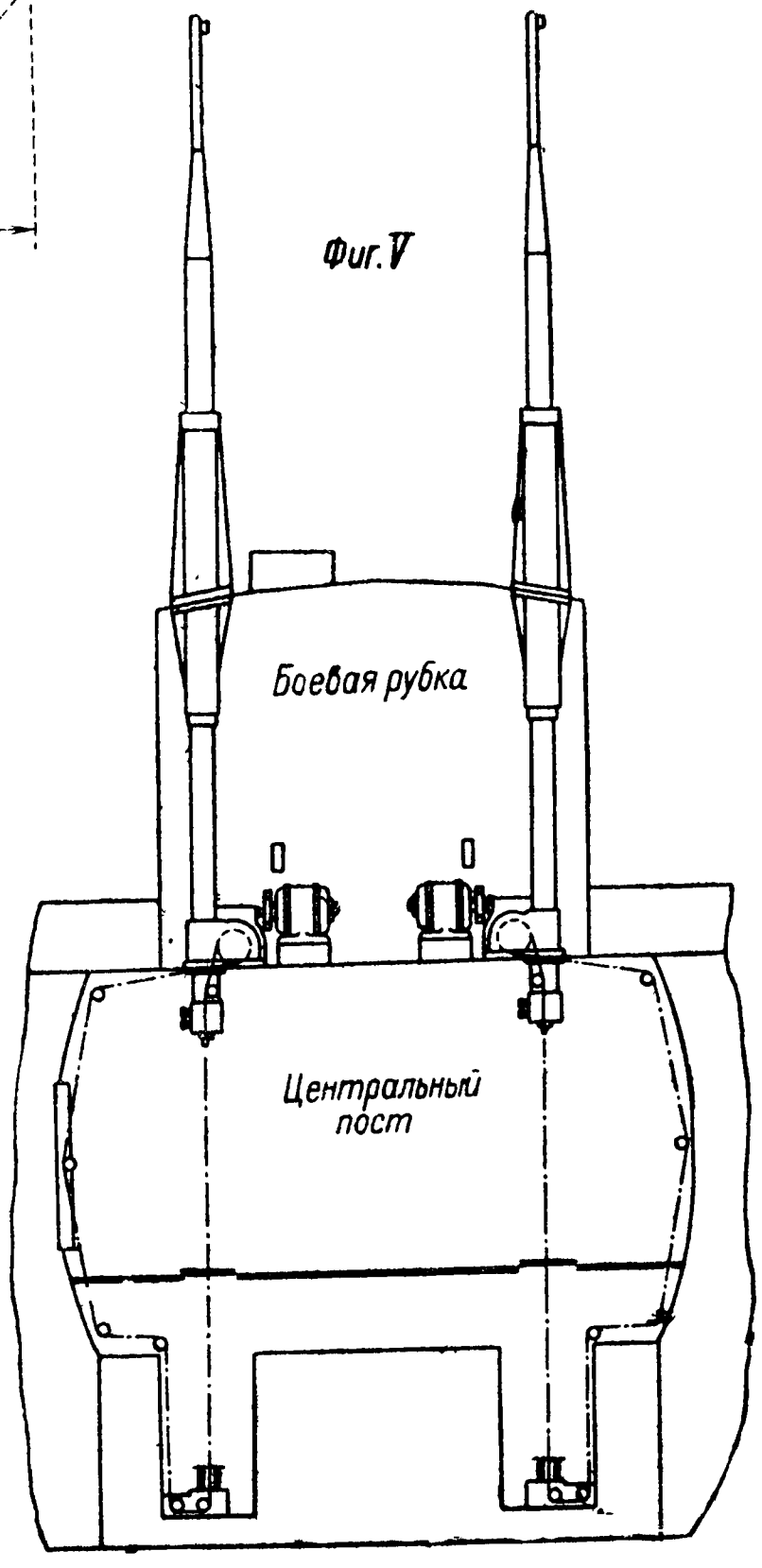


Рис. 21. Схемы перископов подводных лодок (*I*, *II*, *III*, *IV*) и приспособление неподвижной линии в пространстве.

откуда следует, что скорость цели V будет равна:

$$V = \frac{L}{T} + \frac{V_1 \sin \beta}{\sin \alpha};$$

1) если движение цели происходит под углом α, а собственное движение под углом 90° относительно линии визирования, то скорость цели V при этом определяется из уравнения:

$$V = \frac{L}{T} + \frac{V_1}{\sin \alpha};$$

2) когда курсовой угол цели α и собственный курсовой угол β одинаковы, то скорость V определяется формулой:

$$V = \frac{L}{T} + V_1;$$

3) когда курсовой угол α равен 90°, а собственный курсовой угол β, то скорость цели определяется формулой:

$$V = \frac{L}{T} + V_1 \sin \beta;$$

4) и, наконец, если собственная скорость равна $V_1 = 0$, то $V = \frac{L}{T}$.

Определение скорости цели производится при большом увеличении перископа (5×).

Когда изображение цели, видимое в поле зрения перископа (рис. 21, фиг. *I*), коснется своим краем (например, носом корабля) вертикальной нити, пускают в ход секундомер и наблюдают, пока изображение цели своим другим концом (кормой корабля) приблизится к вертикальной нити. В этот момент останавливают секундомер и полученное время T вносят в вышеупомянутую формулу и по ней вычисляют величину скорости V неприятельского судна. Когда курс корабля изменяется на большой угол, то может случиться, что вертикальная нить, видимая в поле зрения, может сместиться совсем к краю. Для того, чтобы снова вернуть нить на середину поля зрения, поворачивают рычаг p так, чтобы нить пришла в свое среднее положение. После приведения нити на середину поля зрения необходимо поставить рычаг p (рис. 21, фиг. *III*) своим указателем против марки *0* (нуль), находящейся на наружном корпусе головы перископа. После этого измерение скорости на приспособлении будет происходить в обычных условиях.

6) Дальномерное приспособление в перископах

Дальномерное приспособление служит для двух целей:

а) для измерения дистанции до цели, вертикальный размер которой известен;

б) для определения курсового угла α цели, длина которой известна.

А. Метод измерения

Оптическая система перископа дает в фокальной плоскости измерительного окуляра действительное и прямое изображение рассматриваемого предмета.

Пусть линза O_1 (рис. 20, фиг. *VI*) изображает оптическую систему перископа с эквивалентным фокусным расстоянием F. Тогда удаленный предмет H, видимый в перископ под углом α, изобразится в фокальной плоскости в виде h. Из подобия треугольников мы можем написать уравнение

$$\frac{H}{D} = \frac{h}{F}. \tag{1}$$

Из этого уравнения находим

$$D = \frac{HF}{h}. \tag{2}$$

Если в это уравнение вставить величину h, измеренную в фокальной плоскости окуляра, то все величины правой части уравнения (2) будут известны, следовательно, будет определена и самая дальность D цели. Поэтому действие измерительного окуляра сводится к тому, чтобы с его помощью измерить величину h.

Определение курсового угла β неприятельск го судна основано на измерении размера раккурсного изображения корабля по горизонтальному направлению. Этот размер зависит от длины корабля L (рис. 20, фиг. *VI*), дистанции D и курсового угла β. Пусть угол, под которым виден корабль из перископа, будет α, тогда нетрудно убедиться, что при малом угле α и длине L в сравнении с дистанцией D можно написать уравнение

$$\alpha = \frac{L \sin \beta}{D}.$$

С другой стороны, можно написать $\alpha = \frac{h}{F}$.

Из этих двух формул определяем курсовой угол β:

$$\sin \beta = \frac{L}{D} \cdot \frac{h}{F},$$

т. е. при известных L_1, D_1, F нужно измерить величину h действительного изображения высоты неприятельского судна. Тогда можно найти курсовой угол.

Измерение величины изображения h при измерении расстояния производится с помощью вращения измерительного маховичка *12* (рис. 20, фиг. *VII*), который приводит в движение оптические линзы окуляра, что в свою очередь вызывает раздвоение изображения предмета в вертикальном направлении. Одна из половинок изображения движется вниз, другая вверх (фиг. *IV*). Маховичок вращают до тех пор, пока нижний край одной половинки изображения не совместится с верхним краем другой половинки. При этом половинки изображения расходятся на величину h.

При нахождении величины курсового угла β измерение величины *h* производится таким же образом, с той лишь разницей, что раздвоение половинок изображения необходимо производить по горизонтальному направлению (фиг. *IV*).

Механизм дальномерного приспособления устроен так, что после разведения половинок изображения на подвижной шкале расстояний можно прочесть дистанцию *D* до предмета, если заранее известна величина *H* высоты предмета. При разведении половинок изображения в горизонтальном направлении на неподвижной шкале курсового угла по указателю можно прочесть искомый курсовой угол корабля, если ранее известны длина корабля и дистанция *D* до него.

Б. Устройство измерительного окуляра

Две из линз, составляющих оптику окуляра, разрезаны по диаметру. Линза *1* — положительная, линза *4* — отрицательная (рис. 20, фиг. *V*). Половинки *1* и *4* одновременно перемещаются вниз (фиг. *I*). Это движение вызывает отклонение левой половинки пучка лучей вниз, а правой — вверх (фиг. *II*). Если наблюдатель будет смотреть через окуляр, содержащий эту систему линз, то он увидит, что правая половинка изображения сместилась вверх, а левая — вниз.

В. Конструкция измерительного окуляра

Подвижные полулинзы *4* и *1* закреплены в оправе *5*, имеющей возможность двигаться в направляющих. Полулинзы *2* и *3* закреплены в своих оправах неподвижно (рис. 20, фиг. *V* и *VII*). Оправа *5* при помощи пружины *7* прижимается роликом к шаблону *9*, который вырезан внутри конической шестерни *10*. При вращении маховичка *12* через шестерню *11* будет вращаться шестерня *10* с шаблоном *9*, а так как к этому шаблону под действием пружины *7* прижат ролик *p*, то он будет катиться по шаблону *10* и перемещать оправку *5* с полулинзами *4* и *1* в направляющих *6*.

Механизм дальномерного приспособления укреплен на подвижном диске *13* окуляров и может быть повернут за маховичок *12* на 90°, что фиксируется защелкой, состоящей из шарика *15* и пружины *16*. На шестерне *10* нанесена шкала расстояний. Между оправой окуляра и деталью *10* закреплена неподвижная шкала *17* высоты цели. На шестерне *10* помещена шкала *18* длины цели, которую можно поворачивать от руки независимо от вращения шестерни *10*. Между оправой окуляра и неподвижной шкалой высот помещено целлулоидное кольцо *19* с указателем *20* и поводком *19* для установки указателя от руки за поводок на желаемое деление по шкале высоты цели.

Дальномерное приспособление имеет три кольца со шкалами. На внутреннем неподвижном кольце *17* нанесены две шкалы:

1) шкала высоты цели (черная),
2) шкала курсовых углов от 5 до 90° (красная).

Над внутренним неподвижным кольцом находится прозрачное подвижное кольцо с указателем *20*. С помощью поводка это кольцо может поворачиваться, устанавливая указатель на требуемое деление шкалы высот цели. Среднее кольцо имеет одну шкалу расстояний и может вращаться от маховичка *12*. Крайнее кольцо *18* содержит шкалу длины цели и может устанавливаться непосредственно от руки для совмещения различных делений этого кольца с делениями среднего кольца при определении курсового угла цели. Внешнее кольцо имеет прикрепленный к нему прозрачный индекс *21* с нанесенным на нем красным указателем, служащим для отсчета курсовых углов по красной шкале внутреннего неподвижного кольца (рис. 20, фиг. *V* и *VII*).

Г. Пользование дальномерным приспособлением

1) *Измерение расстояний до цели*: а) при измерении расстояния нужно повернуть окулярный диск за маховичок *12*, служащий для раздвоения изображения, в верхнее положение так, чтобы линия разреза линз стала вертикальна;

б) поставить большое увеличение;

в) за поводок *19* установить черный указатель *20* на прозрачном кольце над делением шкалы высот, соответствующим высоте цели;

г) привести изображение предмета в центр поля зрения на линию разреза линз;

д) смотря в окуляр и вращая маховичок *12*, развести половинки изображения предмета так, чтобы нижняя точка правой половинки цели оказалась над верхней точкой левой половинки изображения;

е) против черного указателя, поставленного на заданную высоту цели, по шкале расстояний прочитать искомую дистанцию.

2) *Измерение курсового угла:* а) повернуть окулярный диск за маховик *12* в положение, при котором линия раздела линз расположится горизонтально;

б) поворотом от руки установить наружное кольцо так, чтобы деление, отвечающее длине цели, совпало с делением на средней шкале, отвечающим расстоянию до цели, курсовой угол которой требуется измерить;

в) вращая маховичок *12*, произвести раздвоение изображения по горизонту, как показано на рис. 20, фиг. *IV*;

г) по шкале курсовых углов (красная шкала) отсчитать курсовой угол цели против указателя *21*, нанесенного на прозрачной пластинке (рис. 20, фиг. *V*).

7) Подъемные приспособления перископов

Перископы, по мере надобности, должны опускаться и подниматься. Для этой цели служат подъемные приспособления. Так как требования, которые предъявляются к этим приспособлениям, очень разнообразны, то существует несколько типов подъемных устройств.

1. Приводим простейший вид подъемного устройства (рис. 21, фиг. *V*), при котором перископ вертикально скользит вверх и вниз в гнезде. При верхнем положении перископа окуляр его находится на высоте глаза наблюдателя, в нижнем положении окуляр совсем введен в шахту. Подъем и спуск производится мотором, который действует с помощью канатов и системы блоков. При этой конструкции подъемного механизма перископ может быть использован только в его наивысшем конечном положении, так как наблюдатель, наклоняясь, почти не может изменить свое положение по высоте.

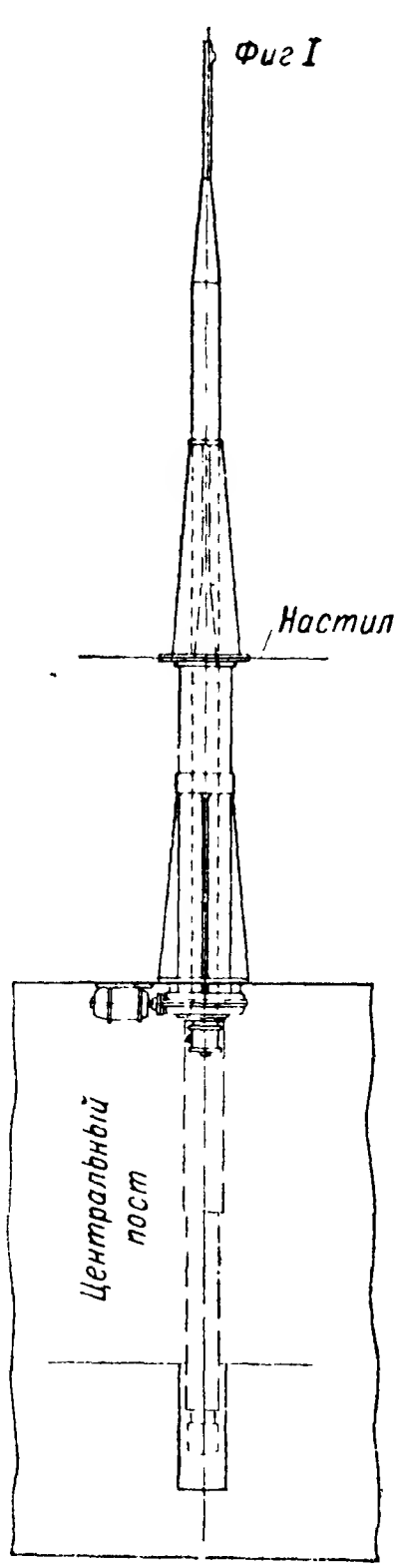
2. Следующий тип подъемного устройства сделан так, что наблюдатель следует за движением перископа, не изменяя своего положения к окуляру, так что он может наблюдать на любой высоте выдвижения перископа. Это достигается тем, что под перископом приделана и намертво с ним соединена платформа, на которой наблюдатель стоит и делает все вертикальные движения вместе с перископом. Шахта трубы при этой конструкции должна быть расширена на диаметр платформы. Моторный привод для подъема и спуска опять производится с помощью канатной передачи или же он действует на зубчатые колеса, которые движутся по зубчатым штангам, приделанным вертикально в шахте.

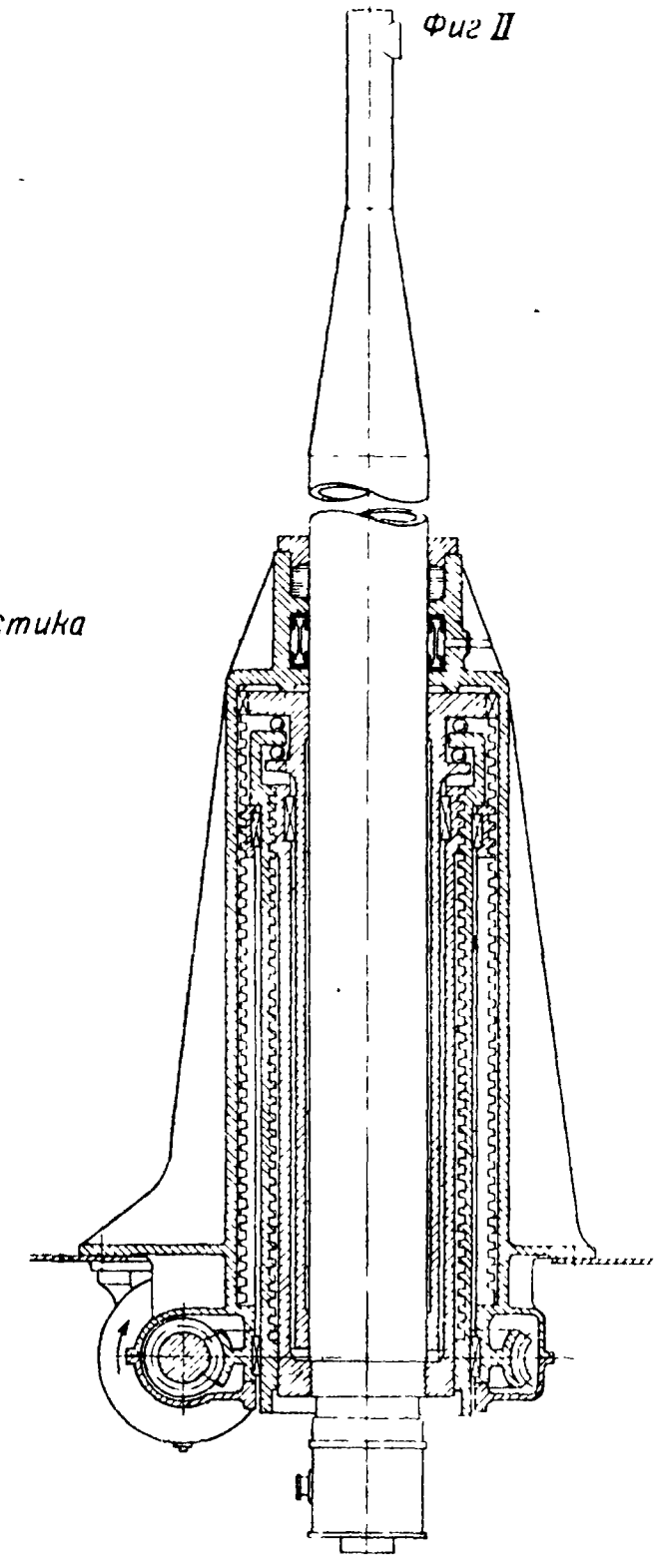
3. В системе винтового подъема (рис. 22, фиг. *I* и *II*) движение перископа производится взаимным передвижением трех аксиально к перископу установленных винтовых труб, которые входят друг в друга. Внутренний винт намертво соединен с перископом, а наружный с обратной резьбой соединен с неподвижной защитной трубой. Между обоими винтами находится тубус с соответствующей винтовой резьбой на наружной и внутренней сторонах. Если этот средний винтовой тубус приводится в движение силой мотора через червячную передачу, то он одновременно движется в вертикальном направлении по отношению к наружной неподвижной винтовой трубе. В тубусе, в свою очередь, движется внутренний винт, соединенный с перископом, и таким образом движет и перископ вверх или вниз.

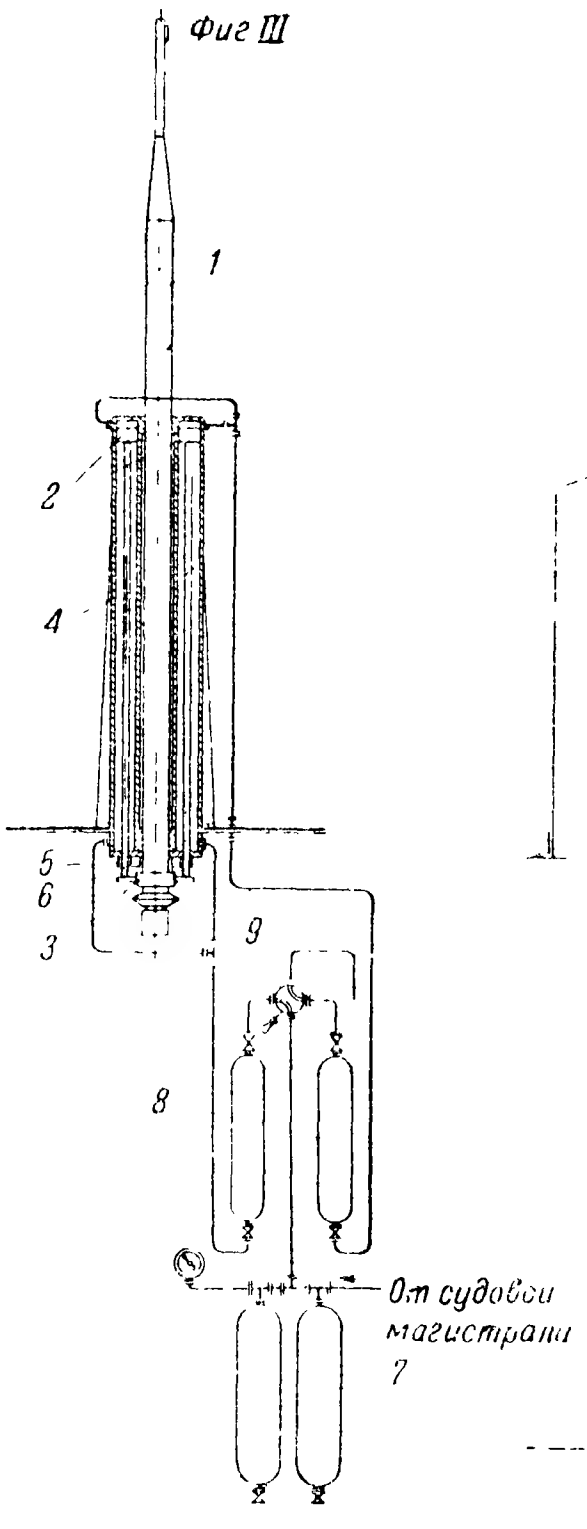
Это подъемное приспособление может быть расположено как над окуляром перископа, так и под ним в зависимости от цели применения и желаемой высоты подъема.

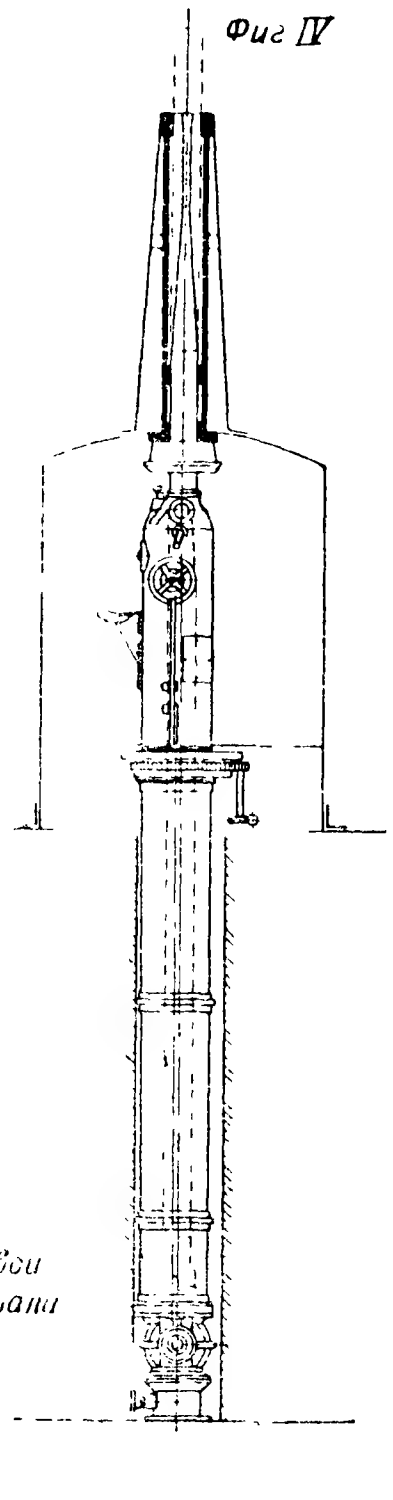
Большое преимущество этого подъемного приспособления заключается, главным образом, в точнейшем овладении малейшими перемещениями перископа и в отсутствии шума, производимого зубчатыми передачами.

4. В Англии до сего времени для подъемного устройства пользуются гидравлическими приспособлениями (рис. 22, фиг. *III*). Подъем и опускание перископа *1* осуществляется двумя поршнями *2*, штоки которых закреплены на бугеле перископа. Поршни *2* ходят в двух цилиндрах *4*, составляющих одно целое с тумбой перископа. Внутрь лодки выпущены сальники *5* на штоках поршней и сальник *6* перископа. В корпусе подводной лодки расположены два воздушных и два гидравлических баллона. Переключением четырехходового трапа *9* жидкость из баллонов *8* под давлением воздуха из баллонов *7* будет









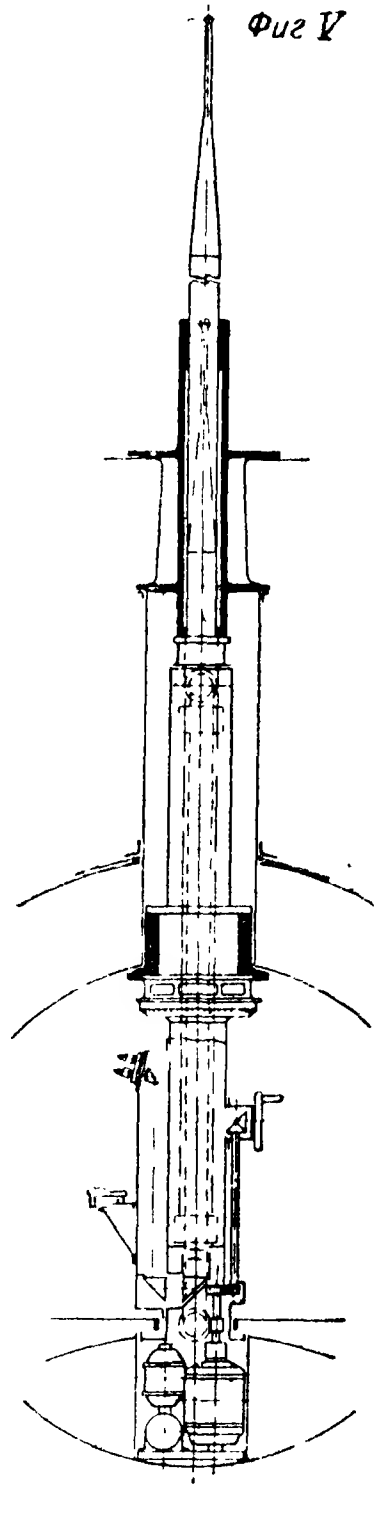


Рис. 22. Схема подъемных приспособлений перископов.

подаваться в цилиндр по одну или другую сторону поршней *2*, которые при помощи штоков будут поднимать или опускать бугель *3* перископа (рис. 22, фиг. *III*).

5. В последнее время появились перископы с неподъемной нижней частью (фиг. *IV* и фиг. *V*) и особым подъемным приспособлением. Эти перископы имеют то большое преимущество, что наблюдатель в каждом положении перископа по всей действующей высоте может работать, не меняя своего положения. Смотря по тому, приспособлен ли перископ для наблюдения из башни или из центра лодки, устройство его различно. В первом случае (фиг. *IV*) входящий через окуляр визирный луч через призму направляется вертикально вниз на имеющуюся в нижней части выдвижного перископа систему призм и далее вверх по оси перископа. Во втором случае (фиг. *V*) луч отклоняется вертикально вниз на находящуюся на дне перископа зеркальную призменную систему, из которой он выходит параллельно самому себе и идет вверх по оси перископа.

При этом подъемном приспособлении предусмотрено также моторное приспособление для наводки по горизонту, так как в данной конструкции вместе с перископом нужно поворачивать всю тумбу.

Особые специфические условия, в которых работают перископы подлодок, требуют и дополнительно особых технических условий для их изготовления и приемки. Сюда относятся:

а) испытание на водонепроницаемость при давлении до 10 *ат*;

б) проверка надежности работы при разности температур в верхней и нижней частях перископа;

в) специальные приспособления для осушки внутреннего корпуса перископа;

г) особая точность изготовления наружной трубы перископа для достижения возможно легкого подъема, опускания и поворота всего перископа в сальниках тумбы.

Для всех этих испытаний должны применяться специальные установки и приборы, обеспечивающие надлежащую точность результатов.

ГЛАВА V

УГЛОМЕРНЫЕ АРТИЛЛЕРИЙСКИЕ ПРИБОРЫ

1. ТИПЫ УГЛОМЕРНЫХ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ПРИБОРОВ

К группе угломерных и наблюдательных приборов относятся:

1) панорамные визиры;
2) бусоли Михаловского и универсальные бусоли;
3) стереотрубы;
4) зенитные угломеры и командирские трубы.

Основными конструктивными элементами этих приборов являются:

а) визирная зрительная труба;

б) механизм установки визирной трубы на приборе;

в) механизм вертикальной и горизонтальной наводки;

г) механизм отсчета вертикальных и горизонтальных углов; в бусолях к этим элементам прибавляется еще механизм собственно бусоли (коробка с магнитной стрелкой);

д) штатив для установки прибора в горизонтальном положении на треноге;

е) тренога для установки прибора на местности.

Как наблюдательные, приборы этого типа служат для изучения местности, наблюдения поля боя, корректировки артиллерийского огня; как угломерные, они дают возможность измерять вертикальные и горизонтальные углы и передавать их для решения различных артиллерийских задач.

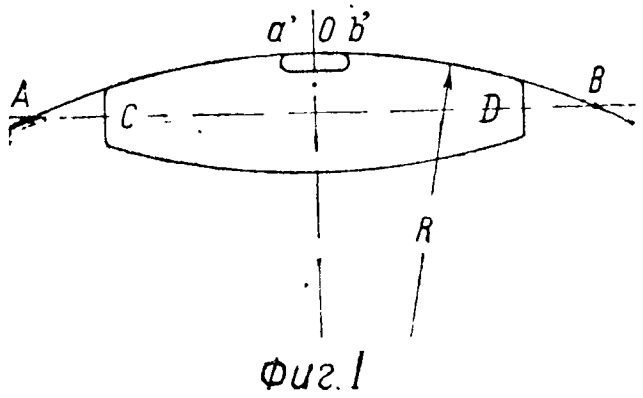
Эти приборы, снабженные бусолью, позволяют измерять и откладывать углы в горизонтальной плоскости и по отношению направления север—юг (азимуты).

2. ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ, ПРИНЯТОЕ В АРТИЛЛЕРИИ

В военной практике при измерении углов пользуются не градусной системой, принятой в математике, а более простой и удобной для решения артиллерийских задач.

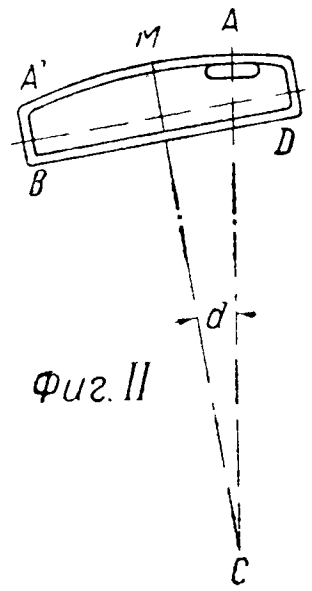
За единицу угла, по этой системе, принят угол α, под которым из центра окружности видна хорда, составляющая $^1/_{6000}$ окружности. По отношению к длине радиуса R окружности эта хорда составляет одну тысячную радиуса (точно $^1/_{955}$), а потому эта мера и называется одной тысячной дистанции, где радиус R является дистанцией. В градусной системе этот угол $\alpha = 360°/6000 = 3{,}6$ мин. Точная тысячная часть радиуса получилась бы, если бы окружность разделить на 2π 1000, а именно, этот угол $= 360°/6282 = \frac{360°}{2\pi 1000}$. Но последнее время, как в армии, так и во флоте, при всех угловых измерениях принимается приближенная тысячная дистанции, равная $^1/_{6000}$ части окружности. Для удобства чтения, передачи и установки углов, по этой системе, передаваемое число тысячных разбивают на две группы цифр: в первой указывают сотни тысячных, а во второй десятки и единицы тысячных. При записи углов в тысячных дистанции пишут так: 10—22, что равно 1022 тысячным или 10—22 делениям угломера и произносится так: десять — двадцать два. В соответствии с разбивкой тысячных дистанции на две группы цифр механизмы для отсчета этих углов сделаны так, что отсчеты снимаются с двух шкал: первая шкала дает сотни тысячных, а вторая — две последние цифры угловой меры.

Принцип устройства такого механизма состоит в следующем: одна шкала *А* с крупными делениями нанесена на окружности, укрепленной на держателе визира (рис. 23, фиг. *VIII*). Окружность на этой шкале разделена на 60 частей от 0 до 60, так что каждое деление равно 6000/60 = 100 тысячным дистанции. Вторая шкала *Б* укреплена на оси червяка *4*, вращающего червячное колесо *К*, сидящее на оси *С*. Червяк — однониточный, а червячное колесо имеет 60 зубцов. Следо-



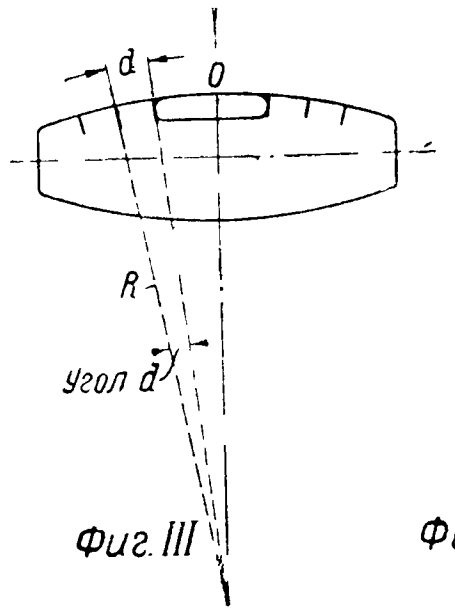
Фиг. I

Коллимационная ошибка

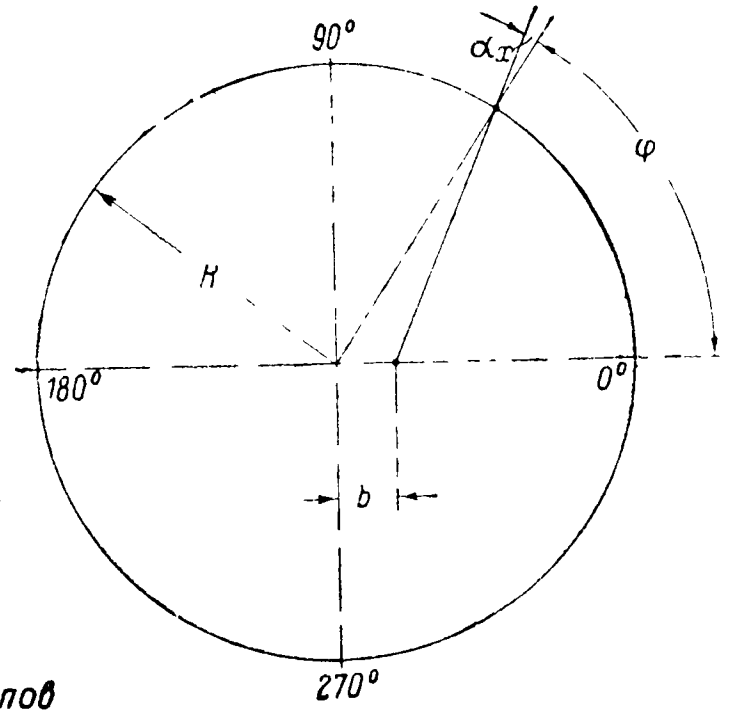


Фиг. II

Ошибка наклона горизонтальной оси

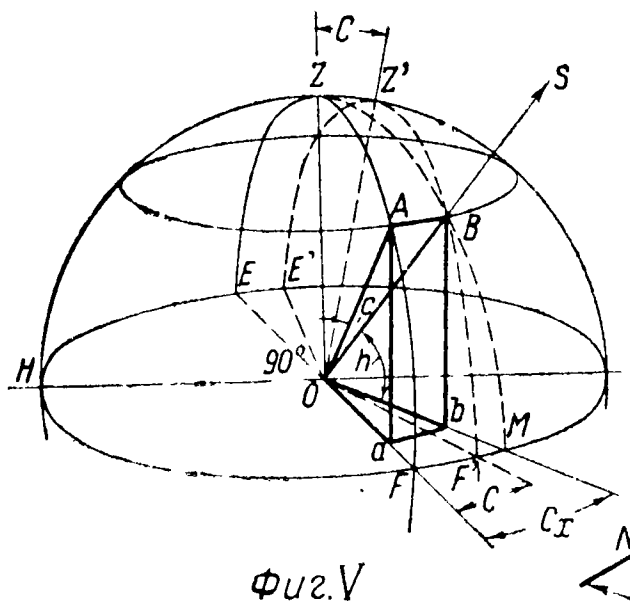


Фиг. III

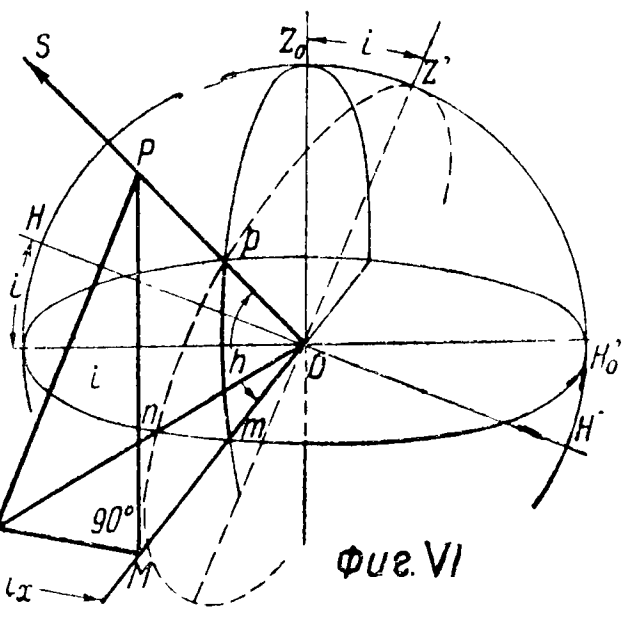


Фиг IV

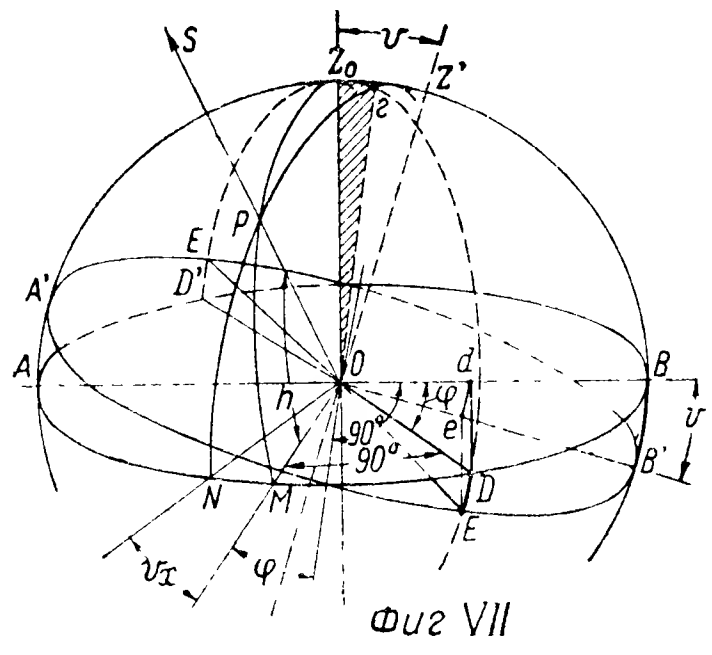
Ошибка отсчета углов от наклона плоскости лимба



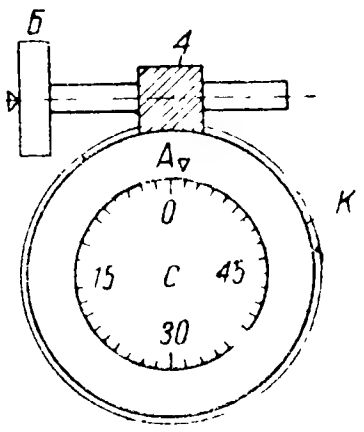
Фиг. V



Фиг. VI



Фиг VII



Фиг VIII

Рис. 23. Схематическое изображение измерения углов, принятого в артиллерии.

вательно, один оборот червяка поворачивает визир и шкалу *А* на одно деление или на 100 тысячных дистанции. Шкала *Б*, посаженная на оси червяка, поэтому разделена на 100 частей, так что одно деление этой шкалы равно одной тысячной дистанции.

Это разделение отсчетов на две шкалы оказалось очень удобным в практике артиллерии и такая система принята как для угломерных, так и для прицельных устройств.

Чтение отсчета угломерных делений, как было уже указано, производится раздельно. Как правильно писать и произносить показания шкал, показано в нижеследующей таблице:

Число делений угломера	Как пишется	Как произносится
3541 тыс. дист.	35—41	Тридцать пять—сорок один
3005 » »	30—05	Тридцать—ноль пять
500 » »	5—00	Пять—ноль ноль
270 » »	2—70	Два—семьдесят
4 » »	0—04	Ноль—ноль четыре
	и т. д.	

3. ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ

Точность измерения углов инструментом зависит от следующих данных:

1) от точности установки прибора в горизонтальном положении по уровням;

2) от точности нанесения делений на шкалах;

3) от величины эксцентриситетов лимбов;

4) от точности изготовления червячных передач;

5) от точности наводки на предмет.

Кроме этого, на точность отсчетов углов влияют ошибки, происходящие от следующих причин:

1) от неперпендикулярности оси вращения визирной линии вокруг горизонтальной оси (коллимационная ошибка);

2) от негоризонтальности оси, вокруг которой вращается визирная трубка;

3) от наклона горизонтального лимба.

Рассмотрим в отдельности те обстоятельства, от которых происходит неточность отсчета углов в угломерных приборах.

а) Правильная установка прибора на штативе зависит от точности изготовления уровней и их монтировки на угломерах.

Для точной установки прибора применяют обычно цилиндрические и круглые уровни. Форма внутренней поверхности цилиндрических уровней образуется от вращения дуги *AOB* весьма значительного радиуса *R* вокруг ее хорды *CD* (рис. 23, фиг. *I*).

Поверхность цилиндрического уровня в сечении плоскостями, перпендикулярными к линии *CD*, дает окружности различных радиусов.

Прямая CD, представляющая геометрическое место центров этих окружностей, называется осью уровня.

Внутренняя верхняя поверхность круглого уровня есть поверхность шарового сегмента. Пусть M (рис. 23, фиг. II) — средняя точка шаровой поверхности, а C — ее центр. Линия MC называется осью круглого уровня.

Уровни наполняются винным спиртом или серным эфиром так, чтобы внутри оставался небольшой безвоздушный пузырек.

б) Признак горизонтальности оси цилиндрического уровня и вертикальности оси круглого уровня. Безвоздушный пузырек $a'b'$ уровня (фиг. I) всегда стремится занять высшее место внутри корпуса. Чтобы заметить место пузырька на трубке, на нее нанесен ряд равно отстоящих от центра O штрихов. Когда ось уровня CD расположена горизонтально, понятно, что центр пузырька совпадает с точкой O.

Из фиг. II видно, что сечением вертикальной плоскостью поверхности круглого уровня получается дуга большего круга с хордой, параллельной основанию BD уровня, и угол $ACM = \alpha$ измеряется дугой AM от центра пузырька A до середины уровня. Признаком вертикальности оси круглого уровня служит совпадение середины A пузырька с точкой M.

Точностью уровня называется цена одного деления α уровня, выраженная в угловой мере (в секундах и минутах). Если d — линейный размер одного деления, то угол α получается из формулы:

$$\frac{2\pi R}{360^\circ} = \frac{d}{\alpha},$$

откуда

$$\alpha = \frac{360^\circ}{2\pi}\,\frac{d}{R}.$$

Чувствительность уровня характеризуется величиной d, на которую пузырек переместится при одном и том же угле α:

$$d = \alpha R\left(\frac{360^\circ}{2\pi}\right).$$

Отсюда видно, что чувствительность уровня прямо пропорциональна радиусу R.

в) Точность нанесения делений на шкалах. Точность делений угломерных шкал на лимбах и точность изготовления червячных шестерен и червяков при отсчетах по барабану червяка определяются точностью изготовления этих деталей на делительных машинах и механических станках.

г) Ошибки от эксцентриситета лимба и червячной шестерни по отношению к своим осям вращения. Если шкалы лимбов и зацепления червячных передач изготовлены верно, то это еще не гарантирует точности измерения углов по этим лимбам, если они посажены на своих осях эксцентрично.

Но при отсчетах по лимбам эта ошибка эксцентриситета может быть исключена двойным отсчетом по двум индексам, расположенным

под углом 180°. При применении червячных передач, в которых имеется только один индекс, как, например, лимб большой стереотрубы, панорама Герца и др., ошибка эксцентриситета уже не может быть исключена. Эта ошибка от эксцентриситета начальной окружности червячной шестерни по отношению к оси вращения выражается формулой:

$$d_x = \frac{b \sin \varphi}{R} \text{ (рис. 23, фиг. } IV),$$

где d_x — ошибка в измерении угла φ;
b — величина эксцентриситета;
R — радиус начальной окружности.

Из этой формулы видно, что ошибка d_x характеризуется некоторой синусоидальной кривой и что для углов $\varphi = 0°$ и 180° ошибка равна нулю. При углах $\varphi = 90°$ и 270° ошибка d_x наибольшая.

В сравнении с ошибками, получаемыми от неточности изготовления шага червячного зацепления и мертвых ходов, ошибка от эксцентриситета имеет доминирующее значение, поэтому исключение именно этой ошибки особенно важно при измерении углов.

д) Влияние коллимационной ошибки C_x на величину отсчета по лимбу. Пусть HH' есть плоскость лимба, из центра O которого описана сфера произвольного радиуса (рис. 23, фиг. V). Линия OZ' есть наклонное (ложное) положение визирной линии, образующей с истинной визирной осью OZ угол C (коллимационная ошибка). При визировании, т. е. при вращении около горизонтальной оси, визирная ось OZ' описывает по сфере дугу малого круга $E'Z'BF'$, параллельную дуге большого круга $EZAF$, описываемой истинным положением визирной оси OZ.

Дуги $ZZ' = AB = FF' = C$, а дуга $AF = BM = h$ — высоте визируемого предмета S над плоскостью горизонтального лимба HH'. Присутствие коллимационной ошибки C_x дает на лимбе вместо отсчета по точке F' отсчет по точке M.

Чтобы найти величину коллимационной ошибки C_x, спроектируем линию AB на горизонтальную плоскость и получим линию $ab = AB$.

Из треугольников OAB пишем:

$$C = \frac{AR}{AO} \text{ или } AR = CR. \tag{1}$$

Из треугольника abO пишем:

$$C_x = \frac{ab}{Ob} \text{ или } ab = bO \cdot C_x. \tag{2}$$

Из уравнения (1) и (2) имеем:

$$CR = bO \cdot C_x, \tag{3}$$

но bO из треугольника OBb равно

$$bO = R \cos h. \tag{4}$$

Подставляя в уравнение (3) получаем:

$$SR = R \cos h\, C_x,$$

окончательно

$$C_x = \frac{C}{\cos h}. \qquad (5)$$

Например, при

$$h = 45^\circ \quad \text{и} \quad C = 2'$$

$$C_x = 2' \sqrt{2} = \backsim 3'.$$

Если измеряют угол между двумя точками, находящимися на одной высоте $h_1 = h_2$ над горизонтом, то влияние на отсчеты по лимбу будет одинаково: $\frac{C}{\cos h_1} = \frac{C}{\cos h_2}$. Если же одна точка будет над горизонтом, а другая выше, то и влияние на отсчеты будет различно.

е) Влияние наклона горизонтальной оси на величину отсчета по лимбу. Пусть горизонтальная ось HH' (рис. 23, фиг. *VI*) наклонена к истинному ее положению H_0H_0' на угол i, что равносильно наклону вертикальной оси OZ к OZ' на тот же угол i.

Вследствие наклона i при визировании в точку P отсчет по лимбу будет не в точке m, а в точке n.

Ошибка, зависящая от угла наклона i, будет выражаться углом $MON = i_x$.

Проводим из точки P вертикаль PM параллельно OZ_0 и в наклонной плоскости линию PN, параллельную OZ' в той же наклонной плоскости. Тогда углы NMP и OMP будут прямые, а угол NPM равен i.

Из прямоугольного треугольника OMP пишем:

$$\frac{PM}{OM} = \operatorname{tg} h. \qquad (1)$$

Из прямоугольного треугольника PMN пишем:

$$\frac{MN}{PM} = \operatorname{tg} i. \qquad (2)$$

Умножая уравнение (1) на (2), получаем:

$$\frac{MN}{OM} = \operatorname{tg} i \operatorname{tg} h.$$

Но из треугольника ONM

$$\text{отношение } \frac{MN}{OM} = \operatorname{tg} i_x,$$

следовательно

$$\operatorname{tg} i \operatorname{tg} h = \operatorname{tg} i_x,$$

или, по малости углов i и i_x, окончательно имеем:

$$i_x = i \operatorname{tg} h. \qquad (3)$$

Если измеряют угол между двумя точками, находящимися над горизонтом или под горизонтом и притом на одинаковых высотах, то влияние на отсчеты по лимбу будет одинаково как по величине, так и по знаку. Если же $+h_1 = -h_2$, т. е. одна точка находится выше горизонта, а другая ниже, то влияние наклона горизонтальной оси удваивается.

ж) *Влияние наклона плоскости лимба на отсчет углов.* Пусть AB — горизонтальная плоскость, а $A'B'$ — наклонная плоскость лимба под углом v к горизонту (рис. 23, фиг. *VII*). В зависимости от угла φ поворота визирной плоскости угол DOE меняет свою величину от v до O.

Выведем формулу этой зависимости. Спроектируем отрезок DE на плоскость OBB', получим на плоскости OBB' отрезок $ed = ED$. Из подобия фигур ODE и OBB' имеем:

$$\frac{Od}{R} = \frac{ed}{v}, \tag{1}$$

но из треугольника dDO

$$Od = R\cos\varphi,$$

подставляя в уравнение (1) значение Od, получаем:

$$\frac{R\cos\varphi}{R} = \frac{ed}{v},$$

и окончательно

$$ed = ED = v\cos\varphi.$$

В вертикальной плоскости EDZ_0E' угол $ED = v\cos\varphi$ будет выражать наклон горизонтальной оси к горизонту, и мы знаем, что ошибка v_x при визировании в этом случае в точку s, расположенную под углом h к горизонту, будет:

$$v_x = ED\,\mathrm{tg}\,h,$$

или, подставляя значение ED, имеем:

$$v_x = v\cos\varphi\,\mathrm{tg}\,h.$$

4. АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ БУСОЛЬ

1) Назначение

Артиллерийская бусоль является одним из необходимых приборов при стрельбе с закрытых позиций.

Бусоль представляет собой соединение оптическоо угломерного прибора и компаса. В основном бусоль предназнгчается для:

1) измерения углов в горизонтальной плоскостаи;
2) определения синусов измеренных углов;
3) измерения углов в вертикальной плоскости;
4) определения азимутов направлений;
5) установки скомандованных углов и азимутов;
6) корректировки огня.

2) Бусоль Михаловского

Наиболее простой является бусоль Михаловского.

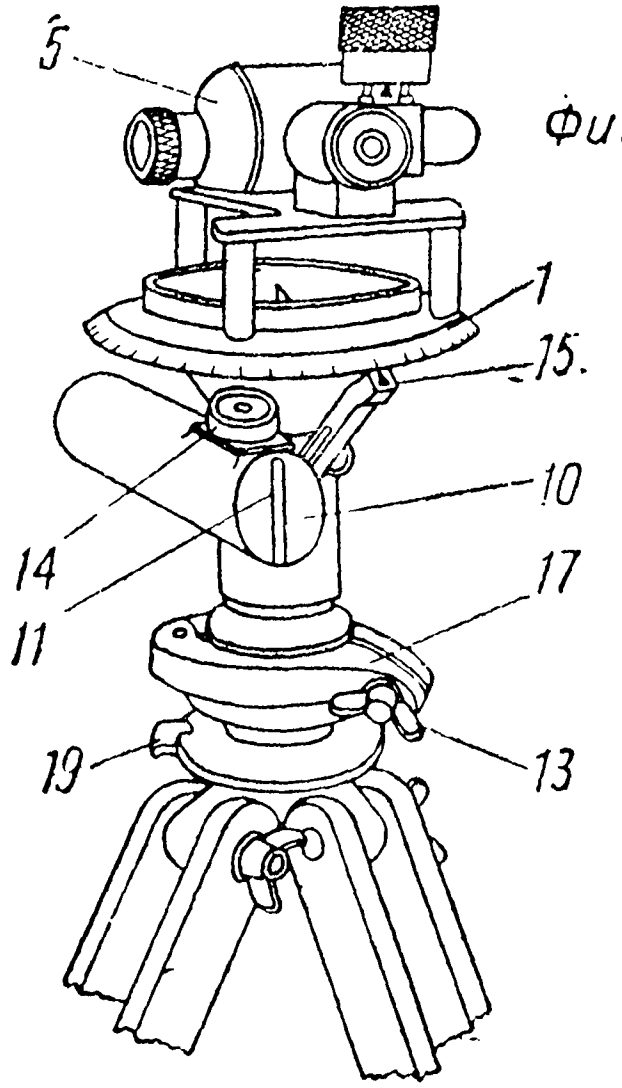
Эта бусоль представляет собой комбинацию из наблюдательного прибора, угломерного прибора и собственно бусоли с компасом. Главные части прибора (рис. 24, фиг. *I* и *II*): угломерный круг *1* с нанесенными по его краю угломерными делениями с ценою одного деления в 20 тысячных дистанции; магнитная стрелка *2*, помещенная внутри угломерного круга; визирная трубка *10* с шаровым уровнем *14* на ней и указателем визира *15*; монокуляр *5*, установленный на треногом основании на столе угломерного круга.

Угломерный круг помещен на вертикальной оси, оканчивающейся внизу шаровой пятой *16*. Угломерный круг может вращаться на оси и закрепляться с помощью зажима *3*. Этот круг разделен на 60 больших делений (от 0 до 60). Цена больших делений равна 100 тысячным дистанции; каждое большое деление разделено на 5 малых ценою в 20 тысячных. Кроме цифр на круге от 0 и от 50, в обе стороны нанесены точки, назначение которых — облегчать отсчет синусов углов при решении задачи переноса огня батареи на цель. Для компаса бусоли имеется шкала делений, соответствующих делениям угломерного круга, но занумерованных от 0 до 600 через каждые 20 делений. При отсчетах по компасу последний 0 больших делений отбрасывается. Например, северный конец стрелки остановился на 240, следует читать 24—00 делений угломера. Магнитная стрелка может затормаживаться зажимом *4*.

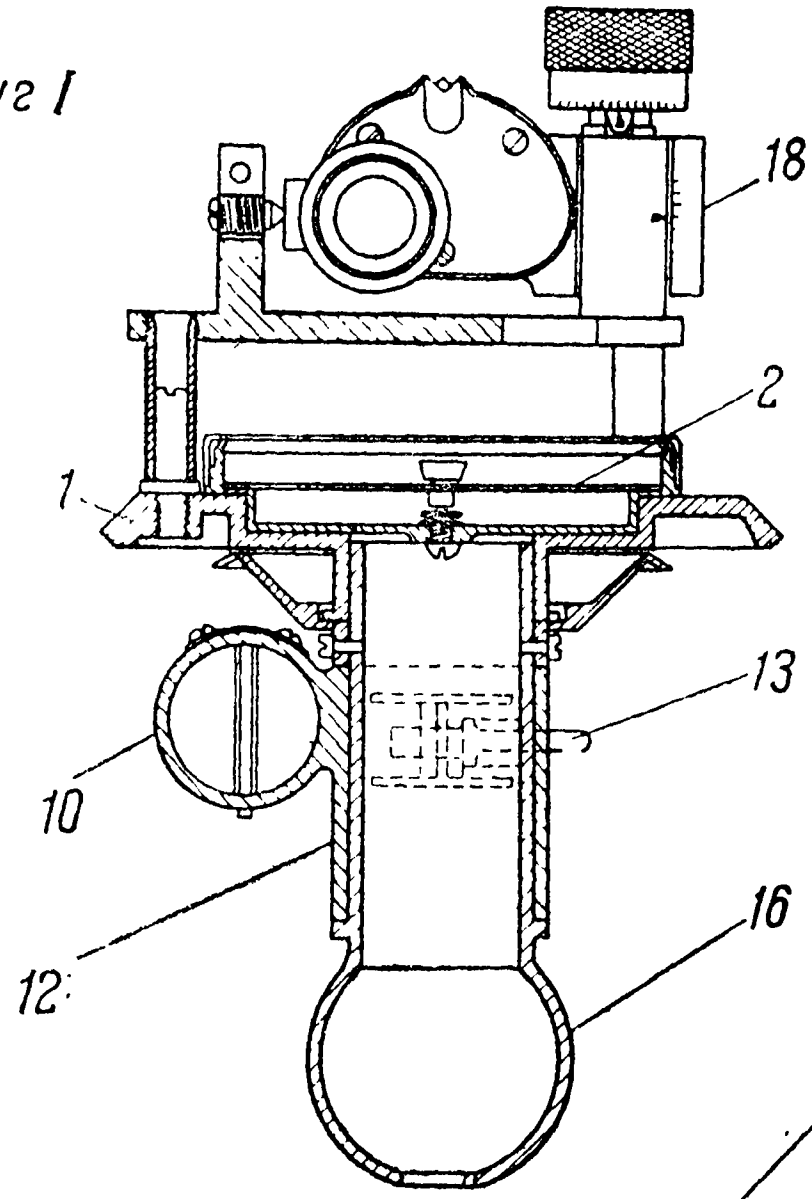
Металлическая визирная трубка *10* имеет с одной стороны глазной диоптр — прорезь *11*, а с другой — предметный диоптр в виде двух вертикальных нитей. Визирная трубка своим основанием *12* надета на вертикальную ось прибора и может на ней вращаться независимо от вращения угломерного круга. Вместе с трубой вращается и ее указатель *15*, укрепленный на основании визирной трубки. Застопоривается визир с помощью зажимного барашка *13*.

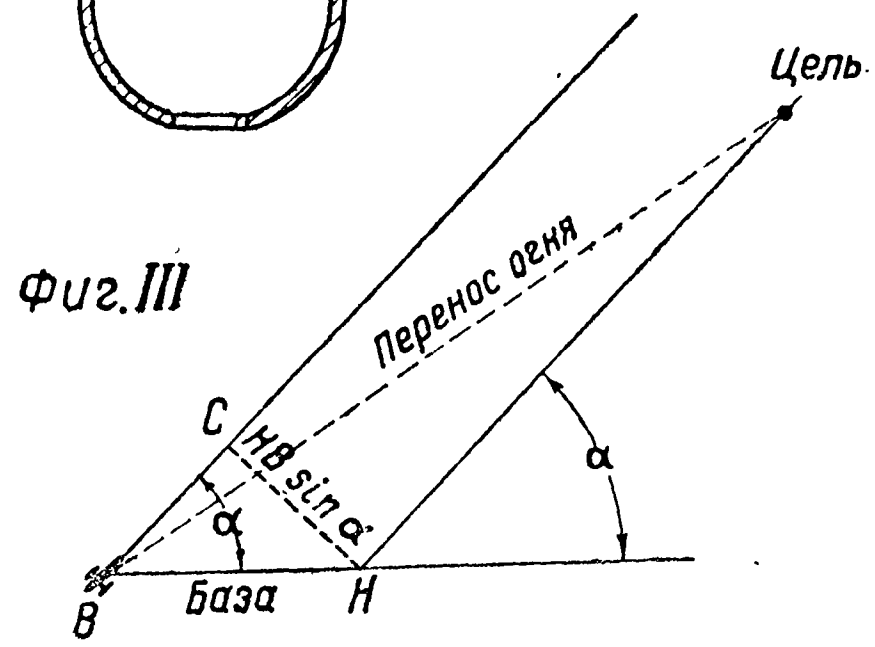
Оптическая визирная трубка бусоли *5* представляет собой монокуляр 6× увеличения с полем зрения 6°30′ и выходным зрачком 2,5 *мм*. Монокуляр неподвижно соединен со своим основанием и может, по желанию, устанавливаться или сниматься со стола угломерного круга. Для установки монокуляра на стол служат три вертикальных штифта, на которые надеваются ножки основания монокуляра. Окуляр оптического визира имеет установку по глазам и угломерную сетку, подобную сетке бинокля. Визирная линия монокуляра направлена всегда по линии 30—00 бусоли и служит для точной наводки на цель. Для измерения вертикальных углов монокуляр имеет барабан *18* с делениями от 0 до 100 тысячных через 0—02 делений угломера в обе стороны и шкалу крупных делений в пределах от 0 до 3 вверх и от 0 до 3 вниз, нанесенную на правую цапфу монокуляра.

Бусоль устанавливается своей шаровой пятой *16* в подпятнике *17* треноги. Латунный подпятник выточен в форме шаровой пяты и имеет откидную наметку и зажимную гайку *18*. Тренога имеет на

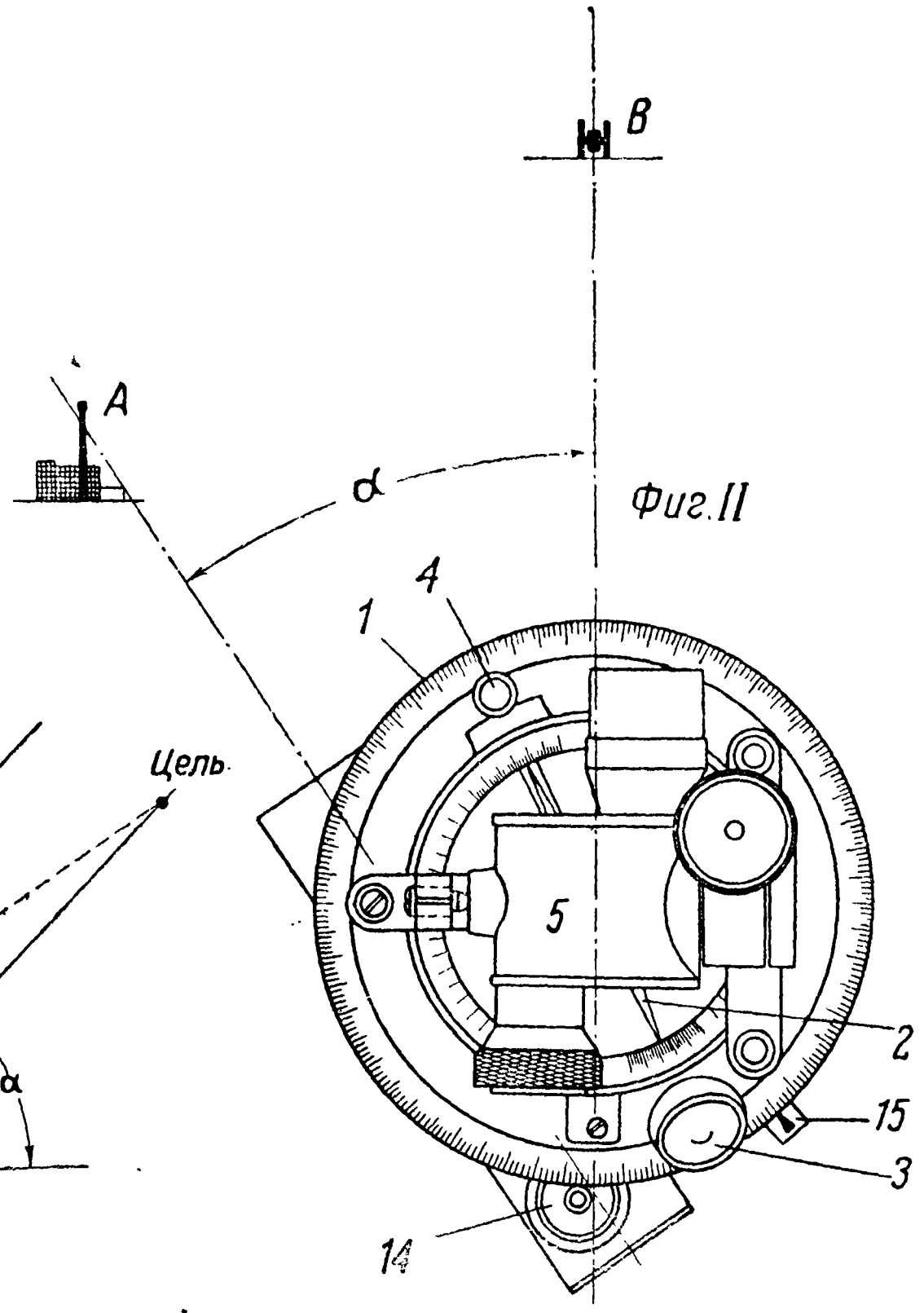


Фиг I





Фиг. III



Фиг. II

Рис. 24. Схема артиллерийской бусоли Михаловского.

подпятнике защелку *19* (рис. 24, фиг. *I*), удерживающую подпятник от вывинчивания из треноги. В нижней части подпятник имеет большой винт, с помощью которого он ввинчен в треногу, и, в случае надобности, может ввинчиваться в дерево, пень и тому подобные случайные держатели.

Для устранения влияния металла на магнитную стрелку весь прибор, кроме магнитной стрелки, сделан из немагнитных материалов.

Бусоль Михаловского при походе должна находиться в брезентовом футляре с плечевым ремнем. Тренога бусоли чехла не имеет и ее носят за спиной с помощью прикрепленного к ней ремня.

3) Работа с бусолью

Для работы бусоль должна быть установлена на треноге. Сама тренога, благодаря раздвижным ногам, может быть установлена на удобной для наблюдателя высоте и бусоли может быть дано горизонтальное положение с помощью шарового уровня на боковом визире. При работе бусоль устанавливается не ближе 10—15 *м* от орудия и вообще от больших скоплений предметов из магнитных материалов во избежание их влияния на магнитную стрелку.

А. Измерение горизонтальных углов

Измерение горизонтальных углов может производиться различными способами. В основном измерение этих углов бусолью сводится к следующему.

Пусть надлежит измерить горизонтальный угол между предметом *A* (трубы) и предметом *B* (пулеметное гнездо) (рис. 24, фиг. *II*). Наводим монокуляр на точку *B*. При этом диаметр лимба 30—00 направлен на предмет *B*. Если вторая точка *A* хорошо видна невооруженным глазом, то при закрепленном лимбе *1* наводим боковой визир в *A* и по указателю *15* визира отсчитываем угол. Пусть это будет 35—60; вычитаем из этого угла 30—00 и получим искомый угол $\alpha = 5—60$ делений угломера. Если точка *A* невооруженным глазом видна плохо, то при измерении угла α поступают так: когда монокуляр наведен на точку *B*, указатель бокового визира ставят на деление 30; при этом и оптическая ось монокуляра и визирная линия визира направлены на точку *A*. Закрепляем зажимным винтом боковой визир, а следовательно, и указатель *15*, и поворачиваем лимб с монокуляром, пока визирная ось монокуляра будет наведена на точку *A*. Тогда указатель визира будет стоять на делении 24—40. Вычтем из 30—00 число 24—40, получим 5—60, т. е. меру того же угла α.

Шкалою для синусов (точки) пользуются в случае, когда нужно определять смещение в зависимости от базы *BH* и угла α между направлением на батарею *B* и целью (рис. 24, фиг. *III*). Ясно, что величина смещения *HC* будет равна $BH \times \sin \alpha$. Определив угол α, смотрим на шкалу лимба и считаем, сколько делений, обозначенных

точками, помещено от деления 30 или 0 до деления угла α. Числа этих делений выражены в десятых долях единицы и дадут величину синуса угла α. Умножая базу на полученную величину синуса, получаем меру смещения.

Б. Измерение вертикальных углов

Измерение вертикальных углов производится либо с помощью барабана монокуляра либо по его сетке. Отсчет углов производится по шкале на барабане, разделенном на 50 частей с ценою одного деления в 2 тысячных дистанции. Если барабан поворачивать по часовой стрелке, визирная линия монокуляра поднимается вверх и отсчет надо делать по красным цифрам барабана и шкалы на шайбе оси монокуляра. При вращении в обратную сторону визирная линия идет вниз и отсчет нужно делать по черным цифрам. При установке на нуль перекрестье должно показывать горизонт.

В. Определение азимутальных углов (по магнитной стрелке)

Положим, что от орудия, стоящего на закрытой позиции, цель и наблюдательный пункт не видны. В этом случае, пользуясь бусолью, можно придать орудию направление, параллельное направлению от наблюдательного пункта на цель. Для этого на наблюдательном пункте необходимо определить азимут направления на цель, т. е. определить угол между направлением северного конца магнитной стрелки (магнитным меридианом) и направлением на цель или какой-либо ориентир. Для измерения этого угла α угломерный круг с помощью монокуляра направляют цифрой 0 на ориентир и закрепляют в этом положении. Далее освобождают тормоз магнитной стрелки и когда она установится в направлении север—юг, делают отсчет против ее северного конца (синий).

Г. Установка скомандованных углов и азимутов направления

При целеуказании или при принятии команд на огневой позиции приходится с помощью бусоли устанавливать углы по шкале угломерного лимба или по шкале лимба бусоли. В этом случае поступают так: направляют ось бокового визира на наблюдательный пункт и в этом положении закрепляют ее; потом поворачивают угломерный круг на скомандованное деление и, таким образом, визирную линию монокуляра направляют на цель, указанную с наблюдательного пункта командира батареи.

Скомандованный азимутальный угол устанавливается так: освобождают тормоз магнитной стрелки и зажим угломерного круга; когда магнитная стрелка успокоится, медленно поворачивают угломерный круг до тех пор, пока против северного конца стрелки не станет скомандованное деление. В этом положении закрепляют круг, причем визирная линия монокуляра (30—00) направлена на указанную цель.

Д. Корректировка огня

Корректировка огня бусолью производится в исключительных случаях при отсутствии других приборов для наблюдения (бинокль, стереотруба). Наблюдение стрельбы производится через монокуляр по правилам, изложенным при пользовании для корректировки огня биноклем.

4) Технические условия

Как наблюдательный и угломерный прибор при сдаче бусоль должна удовлетворять общим техническим условиям для приема военных приборов. В части применения в приборе магнитной стрелки бусоль должна удовлетворять следующим специальным техническим условиям.

Марка, идущая на изготовление магнитной стрелки, должна быть «Э.В.» или кобальтовая.

Стекло, идущее на изготовление крышки бусольной коробки, должно обладать наименьшей способностью удерживать статическое электричество при натирании. Это стекло должно быть прозрачным, ровным, не иметь волнистости, налетов, трещин, пузырей, свилей и царапин.

Магнитная стрелка не должна терять магнитных свойств при хранении и работе.

Поверка намагничивания стрелок производится подвешиванием к стрелке груза мягкого железа весом 0,8 *г*. Груз этот должен удерживаться стрелкою в течение месяца, после чего стрелка допускается к сборке.

Агатовый камень стрелки не должен иметь трещин; мелкие сколы на углах допускаются. Поверхность кратера должна быть полирована до полного блеска. На дне кратера не допускаются царапины, выбоины или другие повреждения, видимые в микроскоп с увеличением около 100×. При этом не должно быть заметно никаких следов шлифовки, рисок и царапин, пористости, бугорков и других недостатков в центре. На краях кратера допускаются незначительные мелкие царапины, заметные в микроскоп с увеличением в 50×, если эти царапины не опускаются ниже $^1/_3$ по длине, образующей конус кратера.

Стрелка со всех сторон должна быть покрыта антикоррозийным покрытием, при этом северный конец стрелки с лицевой стороны должен быть покрыт синим лаком, а южный — белым.

Угол заострения шпиля стрелки должен быть не менее 45°. Шпиль должен быть закален в масле и предохранен от коррозии.

Вершина иглы должна совпадать с центром кольца бусоли. Эксцентричность не должна превышать $^1/_2$ наименьшего деления бусольной шкалы.

Центры бусольного кольца и лимба должны совпадать.

Северный конец стрелки при горизонтально установленной бусоли должен находиться наравне с верхней плоскостью кольца с делениями. Допуск $\pm$0,5 *мм*.

Расстояние от конца стрелки до края кольца с делениями не должно быть более 0,5 *мм*.

Магнитная стрелка должна обладать достаточной чувствительностью. Стрелка должна быть уравновешена.

Тормоз стрелки, при опущенном доотказа винте, должен прижимать стрелку к стеклу. При поднятом винте стрелка должна свободно лежать на игле и не задевать конуса тормоза. От сотрясения тормоз не должен сдавать и освобождать стрелку.

Примечание. Испытание твердости агата производится на склерометре Гертвальца, Мартенса или микросклерометре Помеля. Угол наклона образующих и радиуса закругления дна кратера проверяется путем получения оттиска кратера на свинце и последующего рассматривания этого оттиска в микроскоп с окулярным шаблоном или путем проектирования изображения оттиска на экран с начерченным на нем шаблоном кратера.

Отсутствие магнитных свойств в материалах, идущих на изготовление бусолей, определяется на специальном приборе, построенном по принципу магнитных весов Кулона. При отсутствии этого прибора допускается производить проверку поднесением материала к готовой бусоли, причем стрелка не должна колебаться.

Чувствительность стрелки определяется так: а) стрелка, выведенная из состояния покоя на четверть окружности, должна дать не менее 8 качаний вправо и влево до остановки; б) стрелка, выведенная из состояния покоя, должна возвращаться в первоначальное положение. Ошибка не должна превышать $^1/_2$ деления.

5) Оценка артиллерийской бусоли Михаловского

Главным преимуществом бусоли Михаловского являются простота и надежность конструкции, компактные габаритные размеры и малый вес. Это позволило прибору получить широкое применение в военном деле, и до сего времени эта бусоль удерживается на вооружении, несмотря на то, что уже появился целый ряд более совершенных артиллерийских бусолей.

К недостаткам, которыми обладает эта бусоль, относятся следующие:

а) наводка визира и монокуляра на цель или точку отметки производится вручную, что не обеспечивает точной наводки;

б) наводка с помощью неоптического визира тоже не обеспечивает достаточной точности;

в) длина магнитной стрелки мала, что делает отсчет по шкале бусоли недостаточно точным;

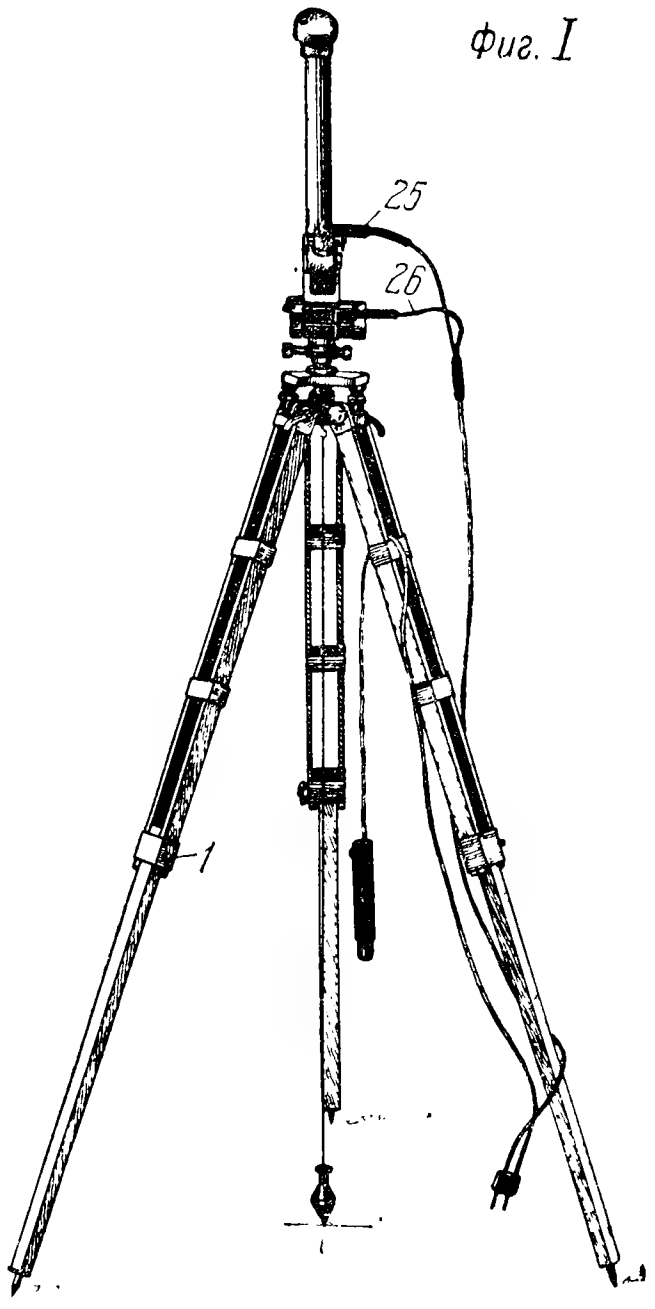
г) нет установки поправки на склонение магнитной стрелки;

д) пределы углов визирования в вертикальной плоскости $\pm 18°$ недостаточны.

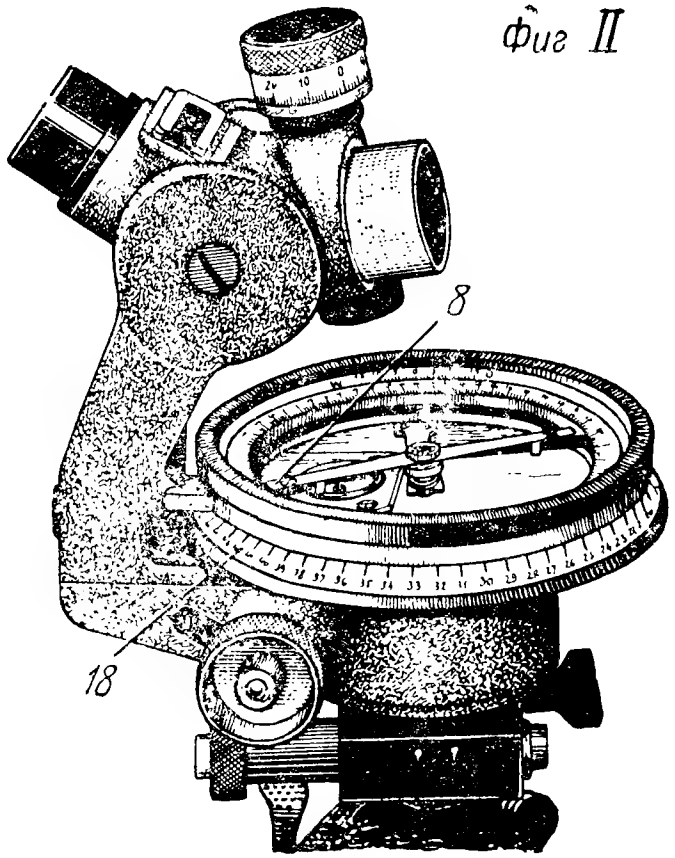
К последним типам бусолей предъявляется требование, чтобы угол визирования доходил вверх до 60—70° и можно было выверять положение север—юг по полярной звезде.

Современные бусоли также должны иметь перископическое приспособление для возможности наблюдения из-за ограждений. Такой современной бусолью является тип универсальной артиллерийской бусоли, изображенной на рис. 25.

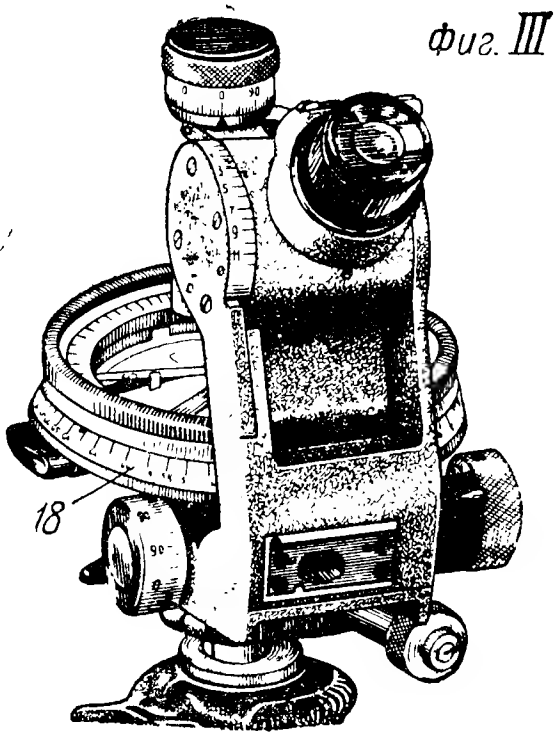
Фиг. I



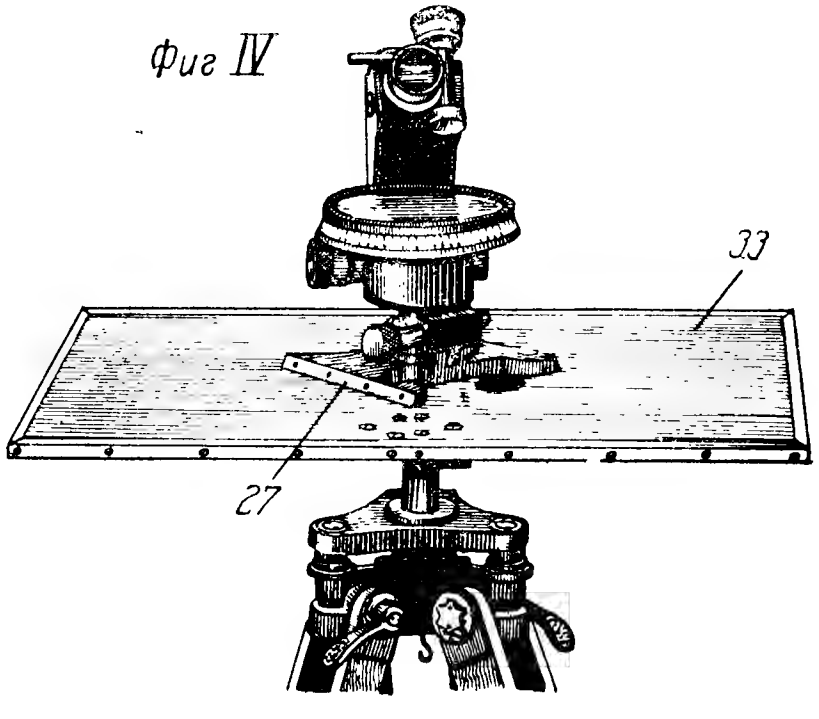
Фиг II



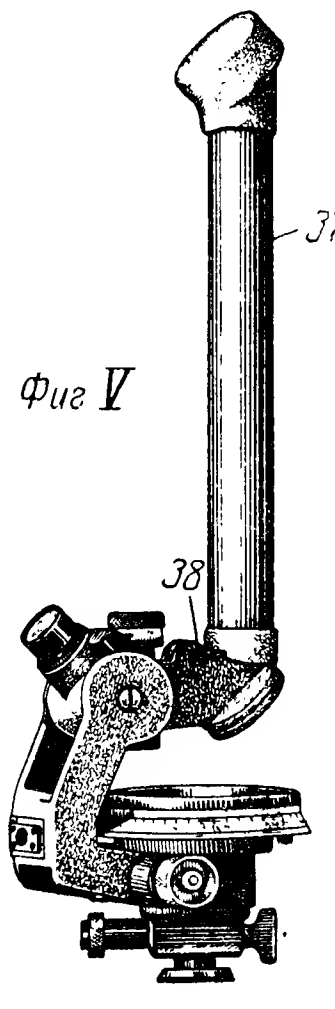
Фиг III



Фиг IV



Фиг V



Фиг VI

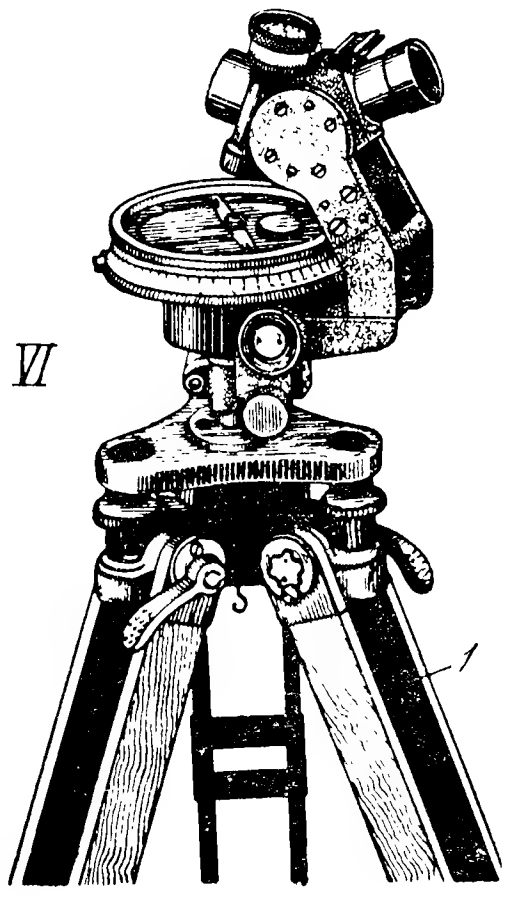


Рис. 25. Универсальная артиллерийская бусоль.

6) Тактико-технические требования для универсальной артиллерийской бусоли (УАБ)

Назначение бусоли УАБ: а) измерение углов горизонтальных между точками на местности с точностью до 0,01 делений угломера в пределах от 0 до 360°;

б) измерение углов азимутальных между точками на местности и географическим меридианом в пределах от 0 до 360°;

в) прочерчивание и измерение углов на бумаге и карте, накладываемых на планшет, который может быть закреплен на лимбе бусоли и ориентирован на местности;

г) измерение вертикальных углов с точностью до 0—01 делений угломера в пределах —18° +72°;

д) корректировка огня по угломерной сетке, нанесенной в фокальной плоскости монокуляра. Цена делений сетки 0—05 делений угломера;

е) возможность наблюдения из-за ограждений.

Отвечающий поставленным требованиям прибор должен быть составлен из следующих основных частей (рис. 25, фиг. *I*):

а) лимб или механическая часть бусоли вместе с коробкой бусоли *18* (фиг. *III* и *II*);

б) планшет *33* (фиг. *IV*);

в) линейка *27* (фиг. *IV*);

г) монокуляр *38* (фиг. *V*);

д) перископ *37* (фиг. *V*);

е) осветительная арматура *25*, *26* (фиг. *I*);

ж) штатив-тренога *1* (фиг. *I* и *VI*).

Установка прибора должна производиться при помощи бусольной коробки *8*, укрепленной на лимбе *18* (фиг. *II*), причем установка прибора в горизонтальном положении должна производиться по двум цилиндрическим уровням с чувствительностью до 2′, расположенным на основании монокуляра под углом 90° друг к другу.

Отсчет горизонтальных и азимутальных углов должен производиться при помощи червячных механизмов лимба прибора. Для независимой установки этих углов червячных механизмов должно быть два: один бусольный и другой угломерный. При этом должен производиться учет углов магнитных склонений путем автоматического складывания или вычитания их с углами, полученными измерением или командуемыми с наблюдательного пункта.

Прибор должен работать в двух положениях:

а) на штативе (фиг. *I*);

б) на планшете, установленном на механической части, укрепленной в штативе.

Оптическая система монокуляра должна иметь следующие данные:

увеличение 8×;

поле зрения 6°20′;

диаметр выходного зрачка не менее 5 *мм*;

удаление выходного зрачка не менее 22 *мм* для возможности работать в противогазовой маске;

монокуляр должен быть снабжен светофильтрами трех цветов
размер планшета 400 × 400 *мм* с делениями по краям через 20 *мм*;
длина линейки 100 *мм* с делениями в миллиметрах;
наверху линейки должна быть нанесена шкала с масштабами 1 : 25 000 и 1 : 50 000;
для грубой предварительной установки монокуляр должен иметь мушку и целик;
вес прибора в целом (без упаковки) около 10 *кг*;

5. БОЛЬШАЯ СТЕРЕОТРУБА

1) Назначение

Наиболее совершенным артиллерийским прибором для наблюдения и измерения горизонтальных и вертикальных углов является большая стереотруба. В основном этот прибор служит для следующих целей:

а) для изучения поля боя и корректировки артиллерийской стрельбы;

б) для измерения горизонтальных углов;

в) для измерения вертикальных углов.

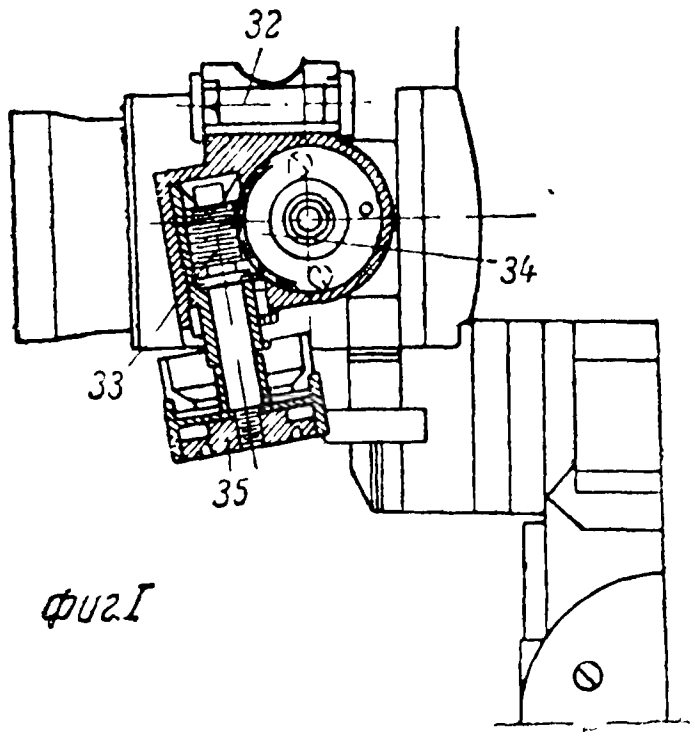
Наблюдательная часть стереотрубы представляет собой бинокулярный прибор, состоящий из двух зрительных перископических труб, соединенных между собой шарниром, укрепленным на держателе. Пользоваться этими трубами можно как в сложенном положении, так и в разведенном. В первом случае стереотрубой пользуются как перископом при наблюдении из окопов и из-за других каких-либо закрытий. При этом из закрытия выставляются только головы труб с отражательными призмами. В развернутом положении стереотрубой можно пользоваться, наблюдая из-за деревьев, когда сам наблюдатель остается укрытым, а по бокам ствола выдаются только головы зрительных труб. При всяких возможных к тому обстоятельствах стереотрубой следует пользоваться именно с раздвинутыми трубами, так как при этом, благодаря увеличенной стереоскопичности, получаются лучшие условия для изучения местности и цели.

2) Описание конструкции

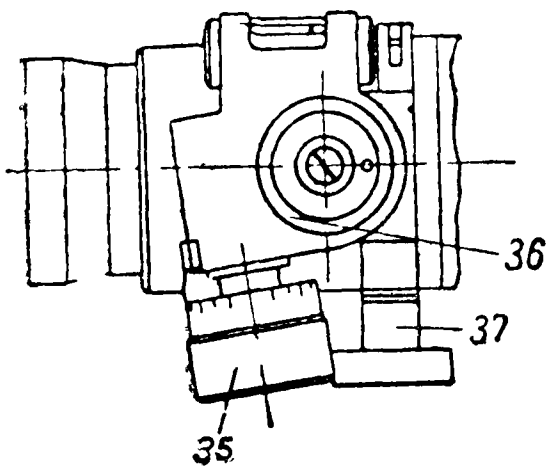
Главные части стереотрубы следующие: а) две зрительные трубы, б) держатель, в) лимб, г) тренога.

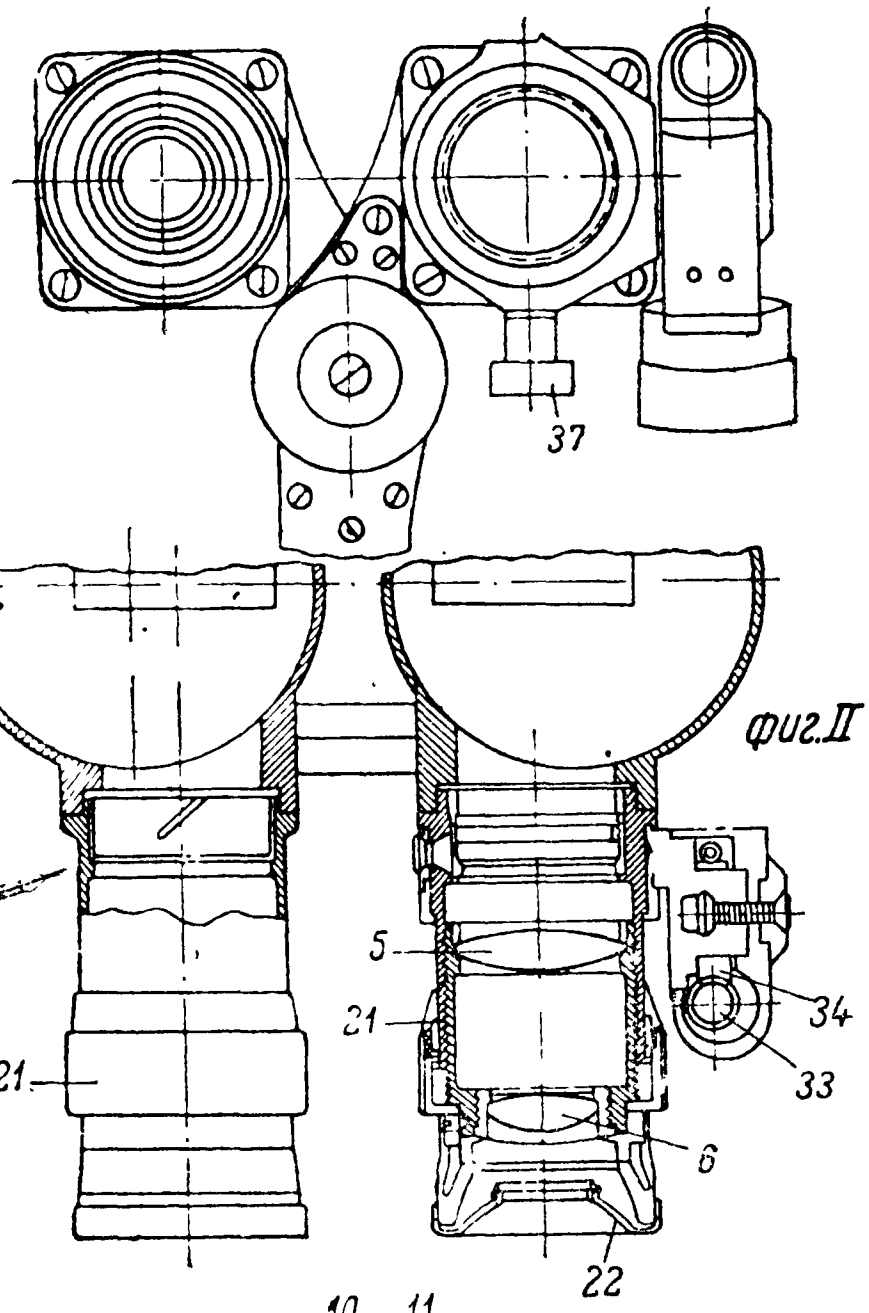
А. Зрительные трубы

Оптические данные стереотрубы:
увеличение 10×; допуск ± 5%;
разность увеличения у обеих трубок не должна превосходить 2% в обе стороны;
поле зрения 5° ± 5%;
диаметр выходного зрачка 5 *мм* ± 5%;
перископичность в сложенном виде 320 *мм*;
удельная стереоскопичность в развернутом виде ~ 10;



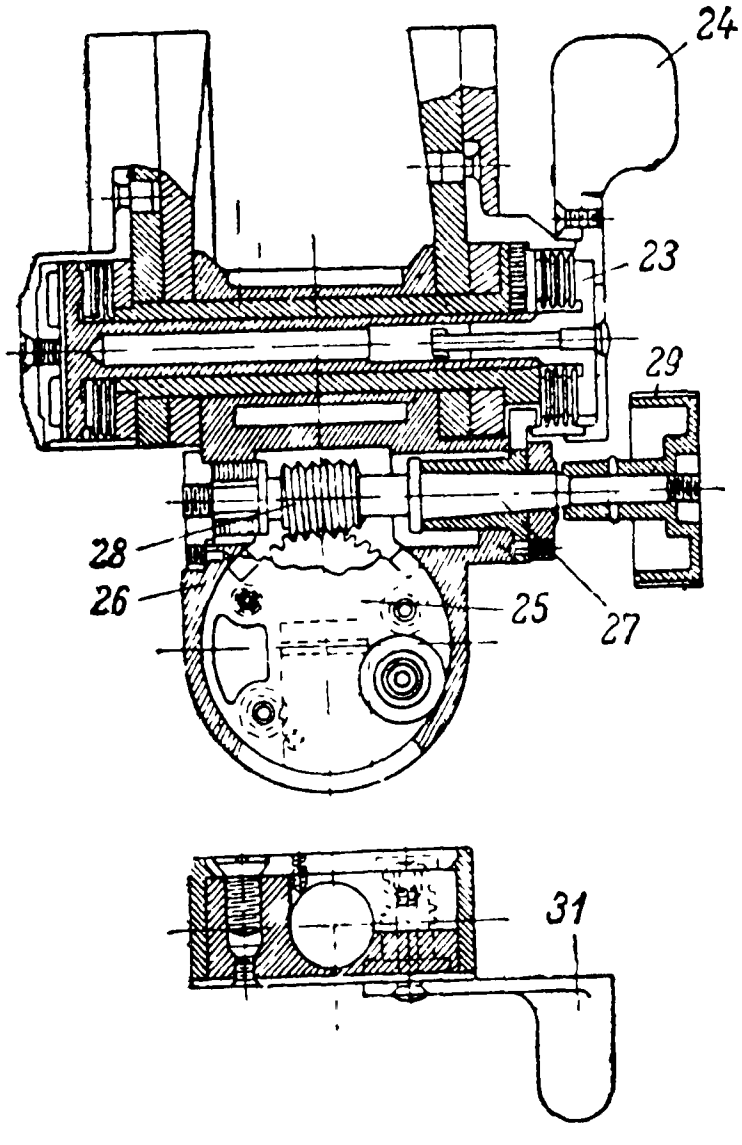
Фиг.I

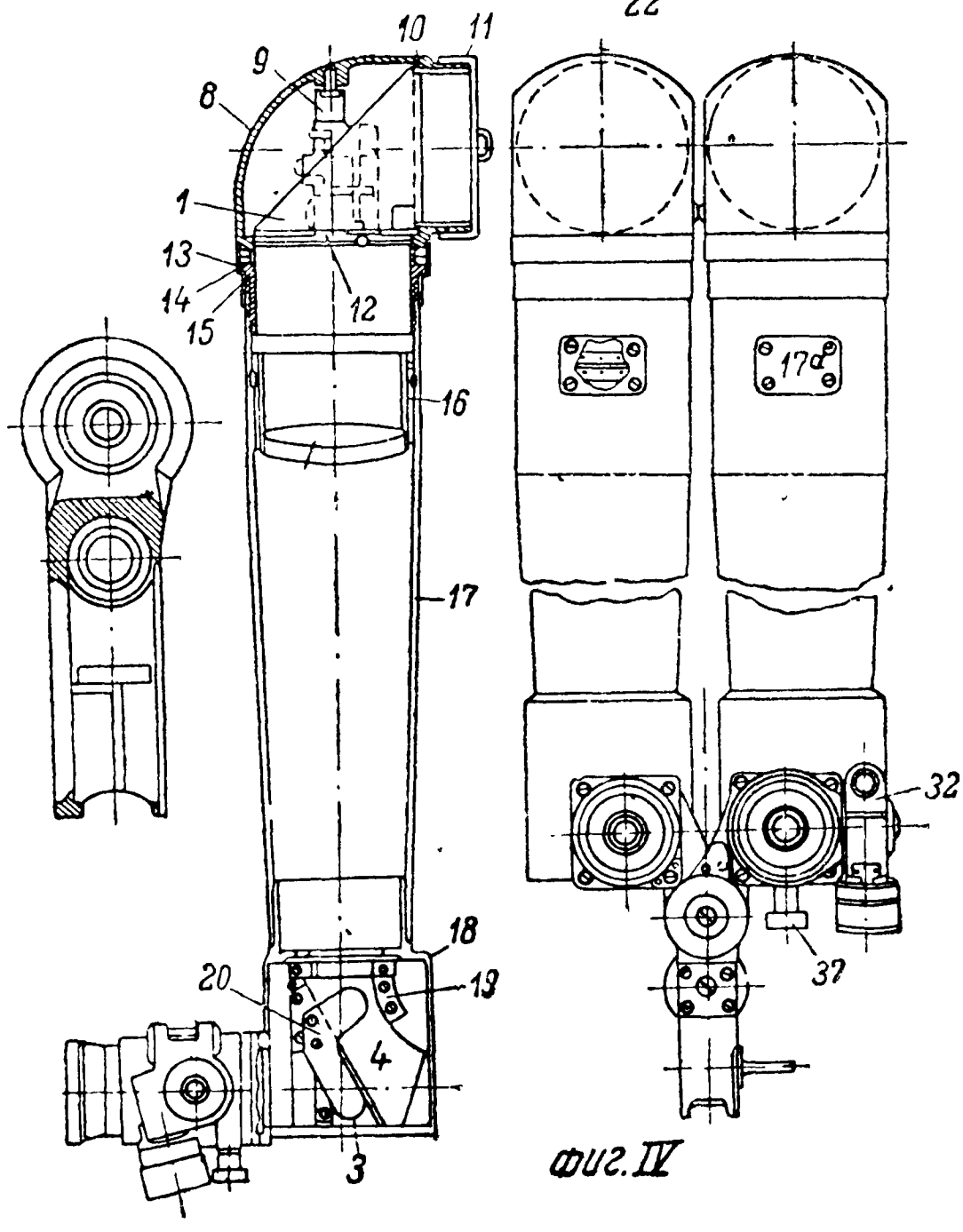




Фиг.II

Фиг.III





Фиг.IV

Рис. 26. Схема большой стереотрубы для наблюдения и измерения горизонтальных и вертикальных углов.

установка окуляров на резкость видения в пределах ±5 диоптрий с точностью установки нулевых делений в $^1/_4$ диоптрии, а остальных делений $^1/_2$ диоптрии;

дальномерная сетка в правой зрительной трубе с ценою делений: больших 0—10 делений угломера, малых 0—05 делений угломера;

съемные светофильтры желто-зеленого цвета;

вертикальная наводка стереотрубы в пределах ±300 тысячных;

горизонтальная наводка в пределах 0—360°.

Оптическая система стереотрубы состоит из следующих деталей (рис. 26, фиг. *II* и *IV*): головная отражательная призма *1*, объектив *2*, окулярная призменная система, состоящая из призмы *3* (башмак), призмы *4* (клин) и линз окуляра: коллективной *5*, глазной *6*, склеенной из крона и флинта.

Головная призма *1* монтирована в головной коробке *8* (алюминиевая отливка), где укреплена с помощью бокового клина *9*. Со стороны входного отверстия призма упирается своей круглой выточкой во втулку *10*; таким образом эта плоскость призмы является и защитным стеклом. В нерабочем состоянии это входное отверстие стереотрубы закрывается кожаной покрышкой *11*. Снизу призма *1* упирается в пружинящую шайбу *12*. При окончательной сборке вся головная коробка юстируется с помощью двух клиновидных колец *13* и *14*. После юстировки кольца снаружи закрываются покрышкой *15*.

Объектив *2* монтирован в оправу *16*, имеющую длинную нарезку. При юстировке эта оправа может поворачиваться с помощью ключика через наружное отверстие, закрываемое потом крышкой *17а*. Основная труба *17*—коническая, стальная. Снизу в нее ввинчена окулярная коробка *18*. В этой коробке укреплены призмы *3* и *4*. Их определенное положение фиксируется установочными пластинками *19* и закрепляется намертво пружинящей пластинкой *20*.

Окуляр стереотрубы—обычной конструкции с приспособлением для установки по глазу *21* и со съемным светофильтром *22*.

Конструкция оправы сетки особая, а именно позволяющая повертывать сетку на 90° при пользовании трубой в сложенном и разведенном состоянии.

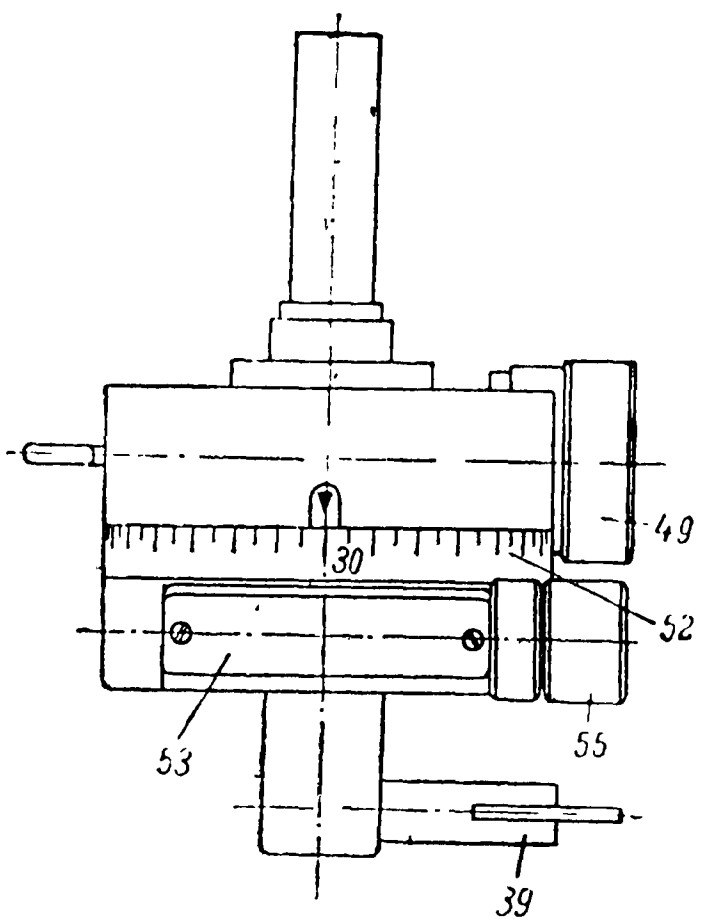
Б. Держатель

Нижние коробки (рис. 26, фиг. *III*) *18* двух половинок стереотрубы имеют приливы, которые служат для укрепления этих труб на шарнире держателя. Конструкция шарнира такова, что позволяет зажимать половинки стереотрубы как в разведенном, так и в сложенном положении. Это достигается с помощью фрикционных шайб *23* (фиг. *III*), которые соединены попеременно то с одной, то с другой половинкой стереотрубы. Таким образом при нажатии этих шайб друг на друга при зажиме собачкой *24* получается очень большая поверхность трения, обеспечивающая надежное закрепление труб прибора на держателе. Сам держатель состоит из двух основных деталей: детали *25* с червячным сектором, которая сажается на палец лимба, и детали *26*, через которую вверху проходит ось *27* шарнира,

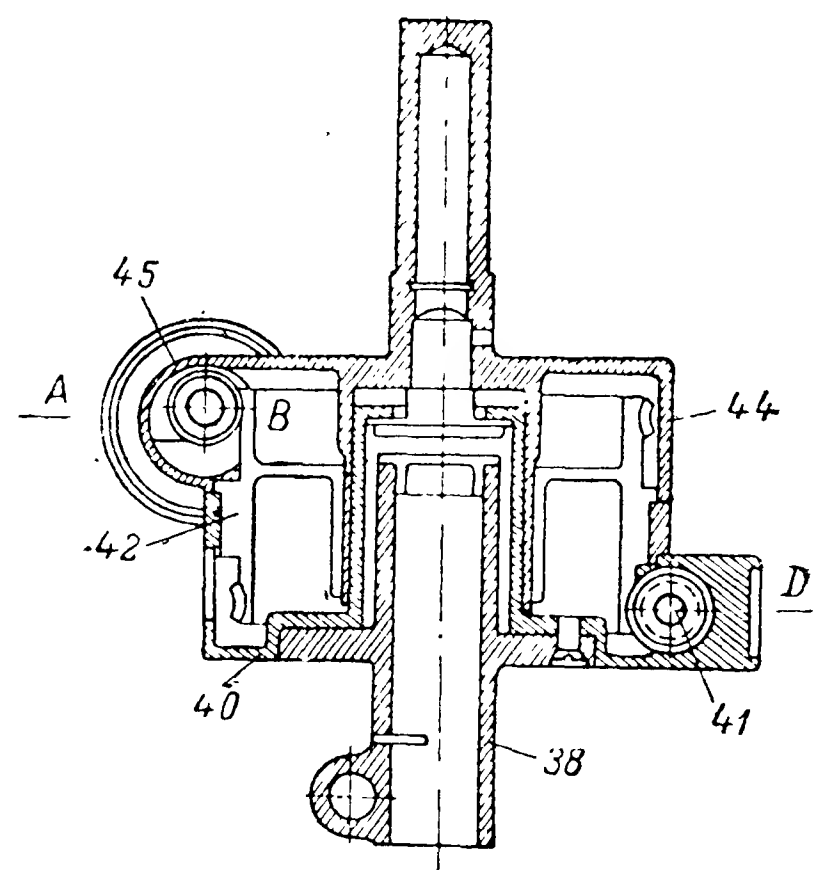
а ниже в корпусе этой детали монтирован червяк *28*, приводимый во вращение от маховичка *29* установки вертикальных углов. Ось червяка имеет приспособление в виде набора шайб с шипами для ограничения числа оборотов червяка. Червяк *28* сцеплен с червячным сектором детали *25*. После установки стереотрубы на палец лимб трубы закрепляется намертво с помощью винтового зажима *39*.

В. Лимб стереотрубы

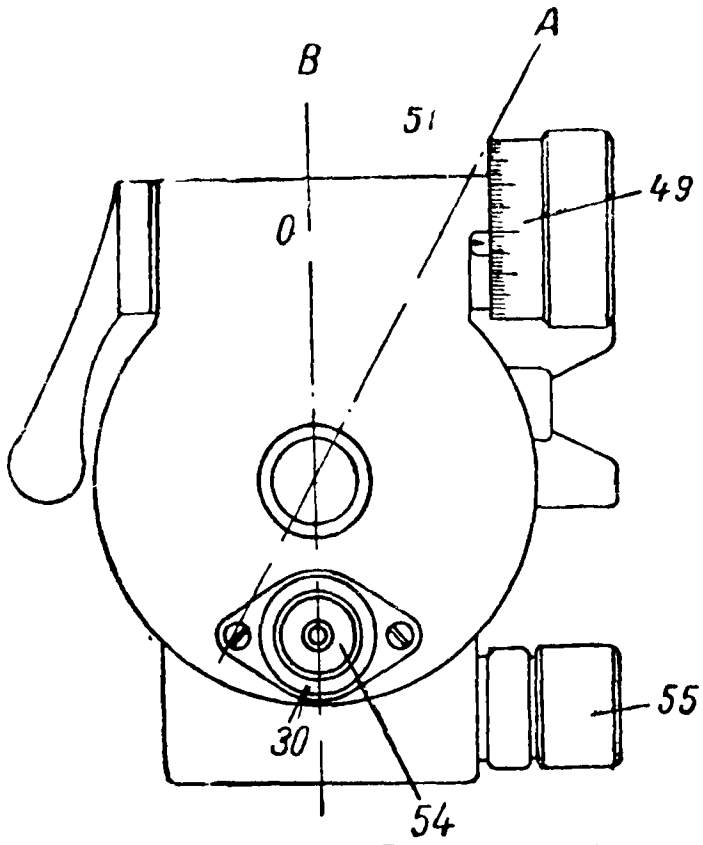
Лимб с помощью втулки *38* сажается на палец треноги и закрепляется зажимным винтом *39*. Намертво с втулкой *38* закреплена нижняя



Фиг. I



Фиг. II



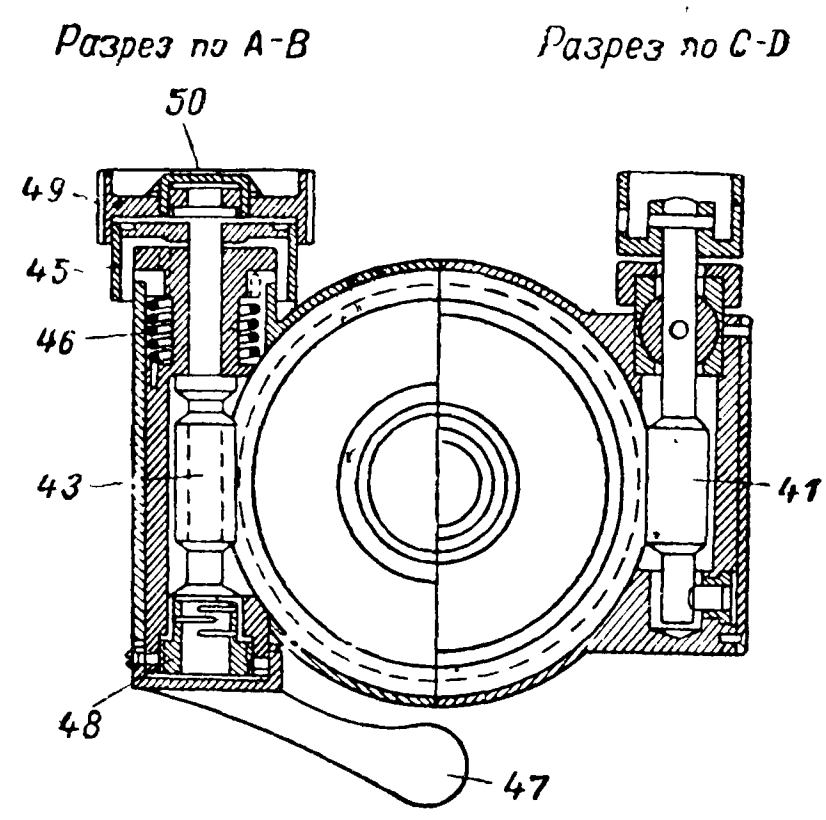


Рис. 27. Схема лимба большой стереотрубы.

коробка *40* корпуса лимба. В этой коробке монтирован червяк *41*, приводящий во вращение внутреннюю деталь *42* лимба, которая наверху имеет другой червячный обод, с которым сцеплен червяк *43* (рис. 27, фиг. *I* и *II*) горизонтальной наводки стереотрубы. При

своем вращении червяк *43* обкатывается по детали *42* и поворачивает верхнюю часть лимба *44*, в которой он монтирован.

Конструкция крепления червяка *43* такова, что она дает возможность осуществить следующие требования, предъявляемые к работе червячной передачи. Червячное сцепление не должно иметь мертвого хода. Это достигается тем, что червяк посажен в эксцентрическую втулку *45*, которая с помощью пружины *46* поворачивается и постоянно прижимает червяк к червячной шестерне. Одновременно эта пружина позволяет повернуть втулку *45* за отводку *47* и совсем вывести червяк из зацепления. Устранение мертвого хода червяка в продольном направлении достигается применением пружинной пяты *48* (рис. 27, фиг. *I* и *II*). Для правильной установки шкалы *49* в полевых условиях сперва освобождают винтовую шайбу *50* и поворачивают вручную шкалу *49* на должное деление по индексу *51*.

Червячные шестерни в лимбе имеют по 60 зубцов; таким образом один поворот червяка *43* или *41* поворачивает прибор на $^1/_{60}$ окружности или на 100 тысячных. Отсчет этих делений производится по шкале *52*, а отсчет тысячных — по шкале *49*.

Червяк *41* служит для предварительной установки стереотрубы на какую-либо точку отметки.

Для записи углов к лимбу прикреплена пластинка *53*.

Для установки лимба в горизонтальном положении на лимбе имеется круглый уровень *54* (рис. 27, фиг. *II*).

Г. Тренога

Тренога стереотрубы имеет деревянные раздвижные ножки и на головной части имеется палец, на который устанавливается лимб прибора.

Д. Механизм отсчета вертикальных углов

Этот механизм представляет собой уровень *32* (рис. 26, фиг. *I* и *II*), монтированный на поворотной оправе крестовины. Уровень может устанавливаться в горизонтальном положении с помощью червяка *33*, сцепленного с червячной шестерней *34*, неподвижно укрепленной на оправе крестовины. Один оборот барабанчика *35*, вращающего червяк, соответствует 100 тысячным деления угломера. Крупные деления отсчитываются по шкале на шайбе *36*.

Весь механизм уровня может поворачиваться на 90° и закрепляться стопором *37*. Точность установки вертикальных углов должна быть до $^2/_{6000}$ окружности, в связи с чем чувствительность уровня должна быть от 5 до 7′.

3) Проверка шкал и делений

После установки оси вращения лимба при помощи круглого уровня в вертикальном положении и установки шкалы углов местности и барабана трубчатого уровня на нулевые деления приводим визирную линию трубы в горизонтальное положение вращением

трубы вокруг горизонтальной оси. Визирная линия трубы при этом должна быть горизонтальна с точностью до 2/6000 окружности (около 7′).

Для проверки горизонтальности визирной линии в этом случае пользуются удаленной точкой (не ближе 500 *м*) на местности, которая лежит на одном горизонтальном уровне с наблюдателем. Вместо визирования на удаленную точку можно пользоваться угломерным прибором с вертикальным кругом и зрительной трубой (или нивелиром), визируя через объектив стереотрубы на перекрестие угломерной сетки.

Проверка правильности делений лимба и отсутствие эксцентричности оси вращения производится шестикратным измерением известного угла (60 или 72°) различными последовательными частями лимба. Установка трубы на каждое направление производится вращением червяка всегда в одну и ту же сторону для избежания ошибки от мертвого хода. Точность измерения горизонтальных углов при этом должна быть 0—01 деления угломера (1/6000 окружности).

Определение мертвого хода червяка производится обычным способом (см. приложение II). При этом ошибка от мертвого хода для лимба не должна превышать 1/12 000 окружности, а для вертикальных углов — 1/6000 окружности.

Проверка делений приспособления для измерения углов местности производится измерением известных углов в вертикальной плоскости. Отклонение результатов измерения от истинных значений углов не должно превышать 0—025 делений угломера (2,5/6000 окружности). Горизонтальная ось вращения стереотрубы должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения и визирной оси трубы.

Проверка производится посредством визирования различных точек нити отвеса при качании стереотрубы в вертикальной плоскости в пределах $\pm 15°$. При этом перекрестье не должно смещаться более чем на 0—01 деления угломера (1/6000 окружности). Испытание должно производиться при двух взаимно перпендикулярных положениях горизонтального лимба и при сложенном и при разведенном положении колен стереотрубы.

Погрешности делений угломерной сетки не должны превосходить $\pm 1{,}5\%$ величин углов, отсчитываемых от центра сетки. Проверка производится с помощью коллиматора, в фокусе объектива которого помещена шкала с указанным допуском. Перекрестие центрального креста шкалы должно быть правильно центрировано.

Проверка производится визированием на точку, удаленную не менее чем на 500 *м*. При вращении шкалы изображение точки не должно отходить от центрального креста более чем на 0—025 делений угломера (2,5/6000 окружности).

Шкала расстояний между окулярами должна быть нанесена с точностью до ± 1 *мм*.

При установке окуляров на расстоянии 65 *мм* между их центрами, расстояние между центрами входных окон при развернутом положении колен должно равняться 725 *мм*, допуск $\pm 5\%$.

4) Установка стереотрубы

1. Устанавливают треногу, выдвинув ее раздвижные ножки так, чтобы палец занимал грубо вертикальное положение, после чего закрепляют нижние и верхние зажимы ног.

2. Надевают на палец треноги лимб и закрепляют его зажимным винтом.

3. Приводят лимб в горизонтальное положение путем разведения и сведения ног треноги (при ослабленных верхних зажимах в голове треноги), пока пузырек круглого уровня не окажется на середине. В этом положении зажимы треноги окончательно закрепляют, предварительно плотно осадив ее ноги в грунт.

4. Надевают на палец лимба держатель со стереотрубой и нажимают зажим держателя.

5. Устанавливают лимб по шкале и барабану на 30—00 и барабан углов местности на 0 и при помощи вертикальной наводки держателя подгоняют пузырек трубчатого уровня на середину.

6. Снимают с входных окон кожаные покрышки и устанавливают окуляры по глазам.

7. Установив по шкале расстояние между глазами наблюдателя, закрепляют зажимный шарнир стереотрубы.

8. Поворачивают сетку за наружные штифты таким образом, чтобы ее горизонтальная черта заняла горизонтальное положение.

5) Изучение поля боя и корректировка огня

Изучение поля боя производится путем постепенного поворота стереотрубы от одного края поля до другого, пользуясь для поворота включенным червяком.

Корректировка огня производится так же, как и в бинокле, причем при пользовании стереотрубой, установленной на треноге и наведенной центром крестовины на цель, сразу можно производить оценку отклонения разрыва по угломерной сетке стереотрубы.

6) Измерение горизонтальных углов

Измерение горизонтального угла между точками *A* и *B* (рис. 27, фиг. *I* и *II*) производится следующим образом.

Измерение горизонтальных углов производится по шкале лимба и шкале барабана. Для производства этого измерения ослабляется зажим лимба и труба направляется приблизительно на какой-либо ориентир *B*. Установка на шкале и барабане лимба должна быть 30—00 (число 30 должно быть обращено к наблюдателю, а 00 направлены на точку отметки). Предварительно наведенная труба закрепляется на пальце треноги. Более точная наводка на ориентир *B* производится вращением правой рукой барабана *55* до тех пор, пока вертикальный штрих перекрестия не совпадет с точкой отметки. Если ориентир выше или ниже перекрестья, то последнее опускается или

поднимается с вращением маховика вертикальной наводки. Таким образом линия лимба 30—00 точно направлена на ориентир *B*.

Не прекращая наблюдения, вращают маховик *49* (фиг. *II*) угломерного барабана до момента совмещения вертикального штриха крестовины со вторым местным предметом *A*. Если между обоими предметами угол больше 1—00, то во избежание снашивания и стирания червячного винта необходимо сделать грубый поворот лимба вручную при выключенном червяке отводкой *47*. После этого отводка освобождается и точное направление трубе придается с помощью маховичка *49*.

Подводить штрих крестовины к визирному предмету надлежит всегда с одной и той же стороны для устранения влияния мертвого хода.

Отсчет больших делений производится по шкале *52*, малых делений по барабану *45*. Из полученного отсчета на точке *A* вычитаем 30—00 (отметка по предмету *B*), и полученная разница дает угол между этими двумя точками.

7) Измерение вертикальных углов

Измерение вертикальных углов (углов места цели) производится по отсчетному механизму трубчатого уровня (рис. 26, фиг. *I*). Вращая маховик держателя *27* (фиг. *III*), подводим горизонтальный штрих крестовины под основание цели. Вращая барабан *35* (фиг. *I*) механизма уровня, подгоняем пузырек уровня на середину. Производим отсчет по шкале углов места *36* и по барабану *35*.

Если при вертикальной наводке труба опускается вниз, то угол местности отрицательный и отсчет нужно делать по красным цифрам. Если стереотруба при наводке шла вверх, то угол местности положительный и отсчет нужно делать по черным цифрам.

Для измерения вертикального угла между какими-нибудь двумя предметами находим углы места для каждого предмета в отдельности и по разности этих углов находим искомый угол.

Во избежание влияния мертвых ходов на точность измерения необходимо все измерения делать, подгоняя горизонтальный штрих перекрестья к цели снизу, а не сверху.

8) Укладка и уход за стереотрубой

Для перевозки и носки стереотрубы имеются:

1) обтянутый брезентом футляр-ранец с двумя отделениями и двумя пристегивающимися плечевыми ремнями для укладки стереотрубы;

2) брезентовый чехол с кожаными покрышками и плечевым ремнем для укладки треноги.

Стереотруба с держателем укладываются в одно отделение футляра, лимб в другое. Кроме того, в футляр укладываются:

1) крюк для установки трубы на деревьях;

2) запасная раковина для окуляра;

3) пара желто-зеленых светофильтров;
4) солнечные бленды на объективные окошки;
5) кисть и кусок замши для чистки трубы.

Уход за стереотрубой и ее сбережение в основном те же, что и для бинокля. К особенностям сбережения стереотрубы нужно отнести следующее:

1) следить за тем, чтобы не разводить и не сводить половинок стереотрубы при неослабленном зажиме шарнирного болта, так как это может вызвать снашивание шарнира и последующее неустойчивое положение труб;

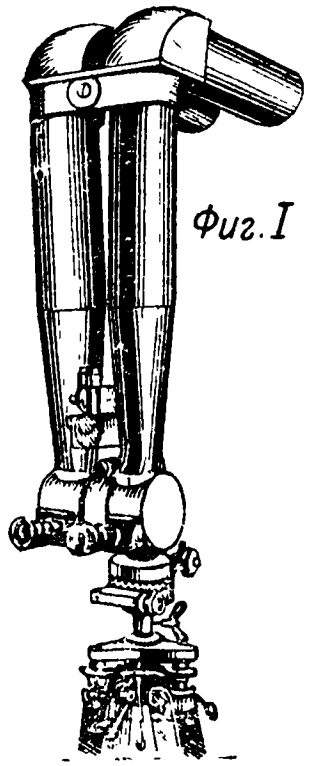
2) не допускать больших угловых поворотов лимба с помощью червячных механизмов, так как это вызывает их снашивание и появление мертвого хода. Надлежит пользоваться отводкой *47* червяка *43* и ослаблением зажима *39* при предварительной установке стереотрубы (рис. 27, фиг. *I* и *II*).

9) Другие типы больших стереотруб

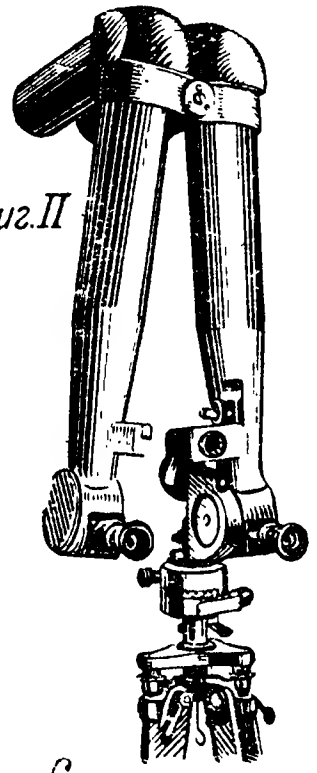
Дальнейшее усовершенствование больших стереотруб шло по линии улучшения оптических данных, перископичности и стереоскопичности. Таким образом появились трубы с 15× увеличением или со сменным увеличением 10× и 20× (рис. 28, фиг. *I* и *II*). Расстояние между входным лучом и выходящим (перископичность) было доведено до 500 *мм* против 320 *мм* в старом образце. Диаметр объектива доведен до 60 *мм*. В этих трубах в верхней части вблизи головы стереотрубы имеется шарнир (фиг. *II*), вследствие чего представляется возможным раздвигать обе половины трубы настолько, чтобы два наблюдателя могли наблюдать одновременно. К стереотрубе может быть присоединена позади одного из окуляров фотографическая камера (фиг. *III* и *IV*). Фотография, сделанная при помощи стереотрубы, дает больший масштаб снимка, чем если бы фотография была сделана непосредственно фотокамерой без стереотрубы. Надо иметь в виду, что наиболее резкое изображение, даваемое стереотрубой при съемке, получается при употреблении желтого светофильтра и отношении входного отверстия объектива к фокусу как 1 : 70.

Более ограниченное распространение имеют так называемые гипоскопы (рис. 28, фиг. *V* и *VI*) — бинокулярные трубы с качающимися половинками. Малая модель гипоскопа позволяет поднять входной луч над глазом наблюдателя от 1,6 до 3,2 *м*, большая модель — от 1,6 до 3,8 *м*. При установке прибора малой модели на наблюдательную повозку можно достичь высоты головы трубы до 6,1 *м* от поверхности земли. В обеих моделях два наблюдателя могут одновременно наблюдать одним глазом. Каждая модель имеет такое устройство оптики, при котором одна труба (половина) может давать поочередно большое или малое поле зрения.

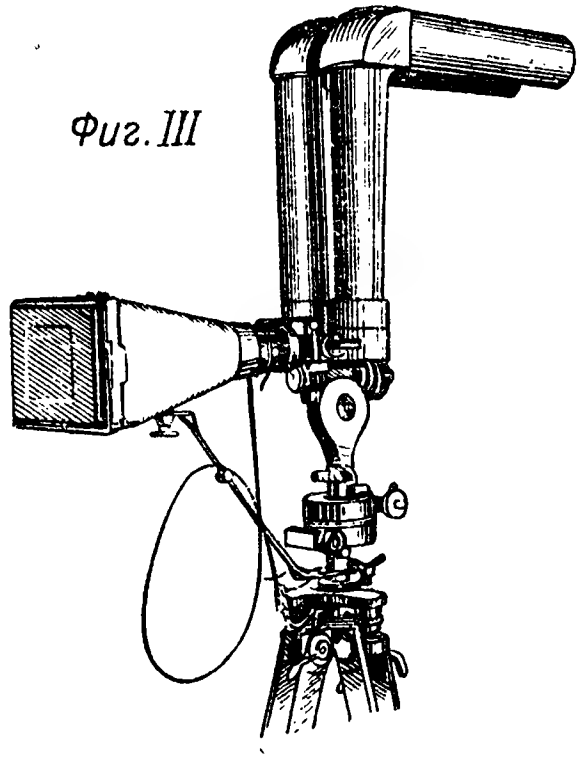
Во всех указанных трубах имеются механизмы для измерения боковых отклонений и углов местности.



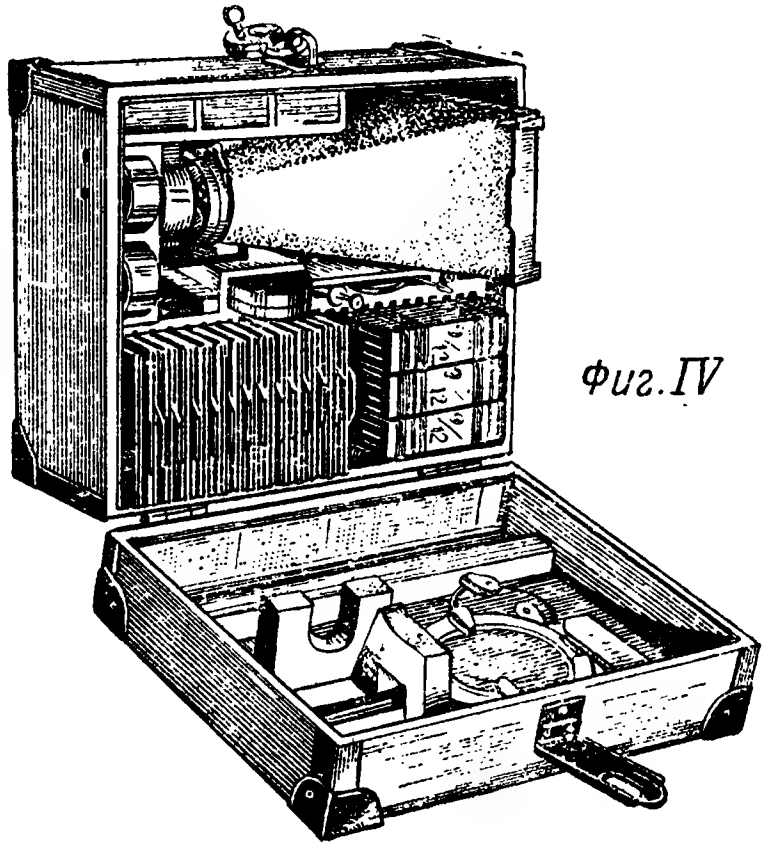
Фиг. I



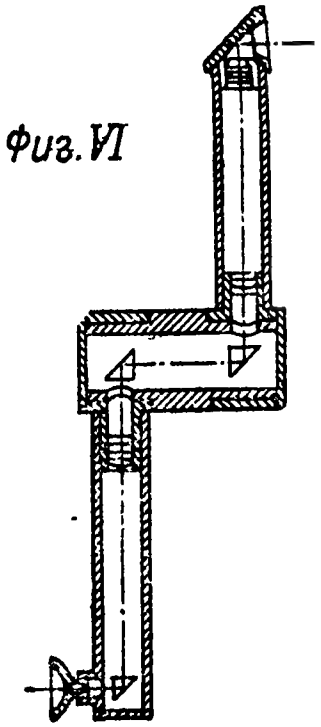
Фиг. II



Фиг. III

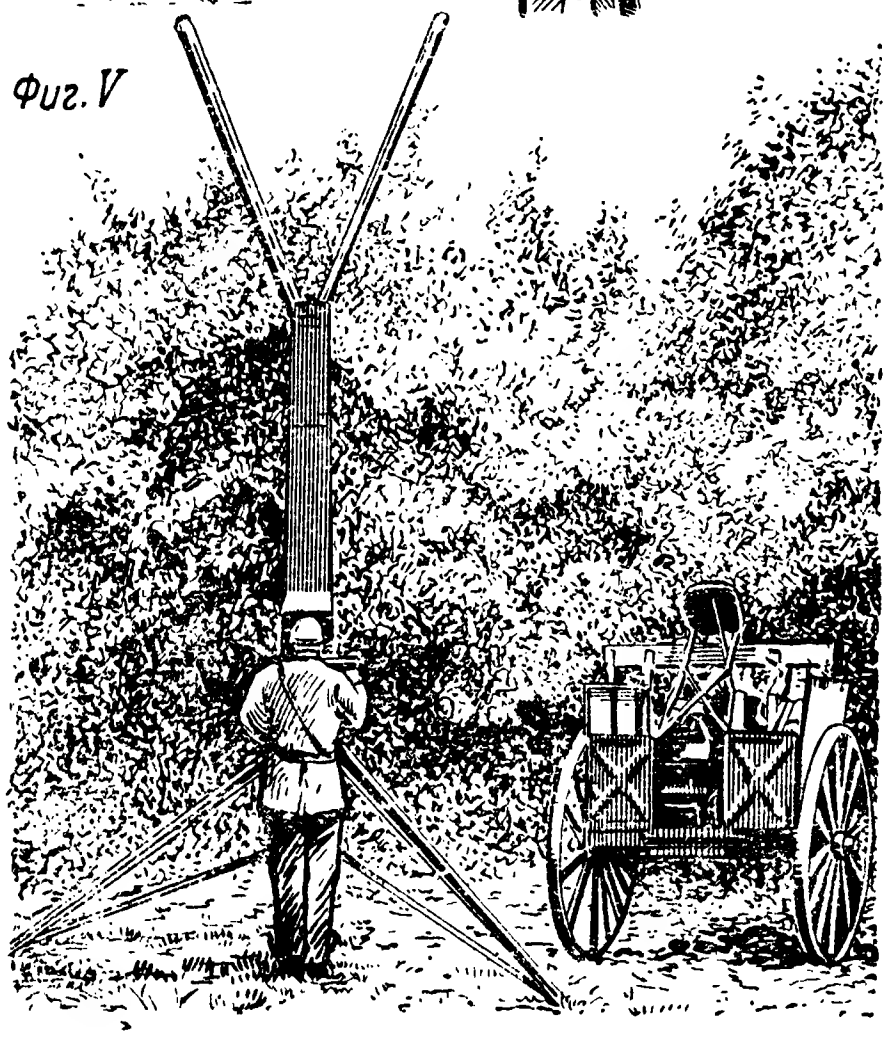


Фиг. IV



Фиг. VI

Фиг. V



Фиг. VII

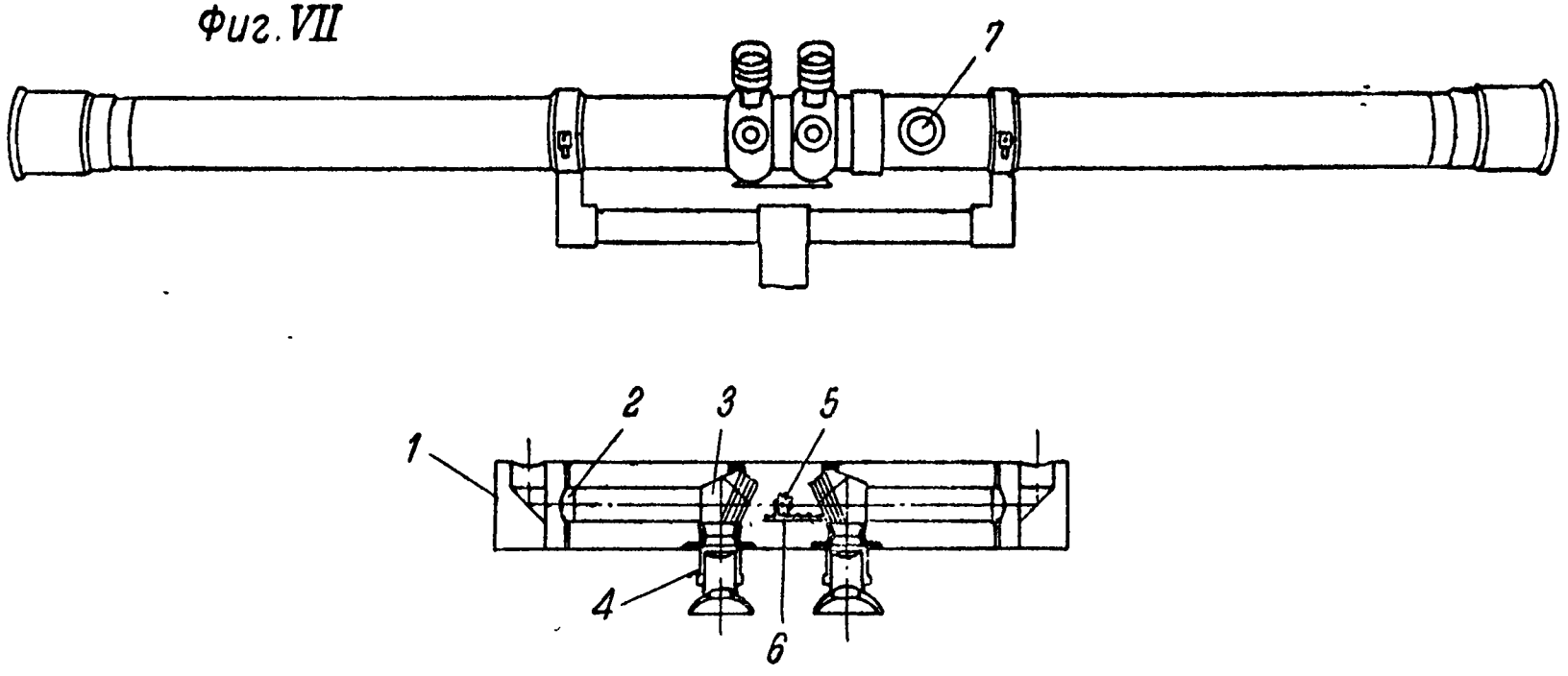


Рис. 28. *I* и *II* — большие стереотрубы с 15× увеличением или со сменным увеличением 10× и 20×; *III* — стереотруба с применением фотографической камеры (*IV*); *V* и *VI* — гипоскопы; *VII* — прямая стереотруба.

Схема оптической системы гипоскопа показана на рис. 28, фиг. *VI*. Ось каждого перископа в середине два раза повернута на 90° призмами для того, чтобы имелась возможность раздвигать как объективные концы трубы для получения большей пластичности, так и окулярные концы для установки расстояния между глазами наблюдателя. Это же раздвижение окулярных концов позволяет пользоваться трубой двум наблюдателям одновременно. Объективные колена, сложенные в упакованном состоянии, при работе раздвигаются, отчего может быть достигнута полная стереоскопичность при 15× увеличении и расстоянии между головными призмами от 750 *мм* до 3 *м*.

Для получения большой стереоскопичности применяются так называемые прямые стереотрубы (рис. 28, фиг. *VII*). В этом случае обе половинки трубы монтированы в общем корпусе, представляющем из себя горизонтальную металлическую трубу, имеющую по концам входные окна и отражательные призмы *1*. Внутри помещаются телескопические системы, состоящие из объектива *2*, пентапризмы с крышей *3* и окуляров *4*. При этом окуляры через окна в средней части кожуха выходят наружу.

Для установки окуляров по расстоянию между глазами наблюдателя одна телескопическая труба внутри корпуса прибора устанавливается подвижной вдоль оси с помощью кремальерки *6* и шестеренки *5*, приводимой во вращение осью, выведенной наружу, на которую посажен маховичок *7*.

Прямые стереотрубы делаются длиною до 5 *м*, причем в этом случае их конструкция подобна конструкции стереодальномеров той же базы.

Последние трубы, благодаря своей большой стереоскопичности, предназначаются для корректировки стрельбы морской и крепостной артиллерии (более подробные данные о конструкции этих труб см. стр. 71).

6. ПАНОРАМНЫЕ ВИЗИРЫ

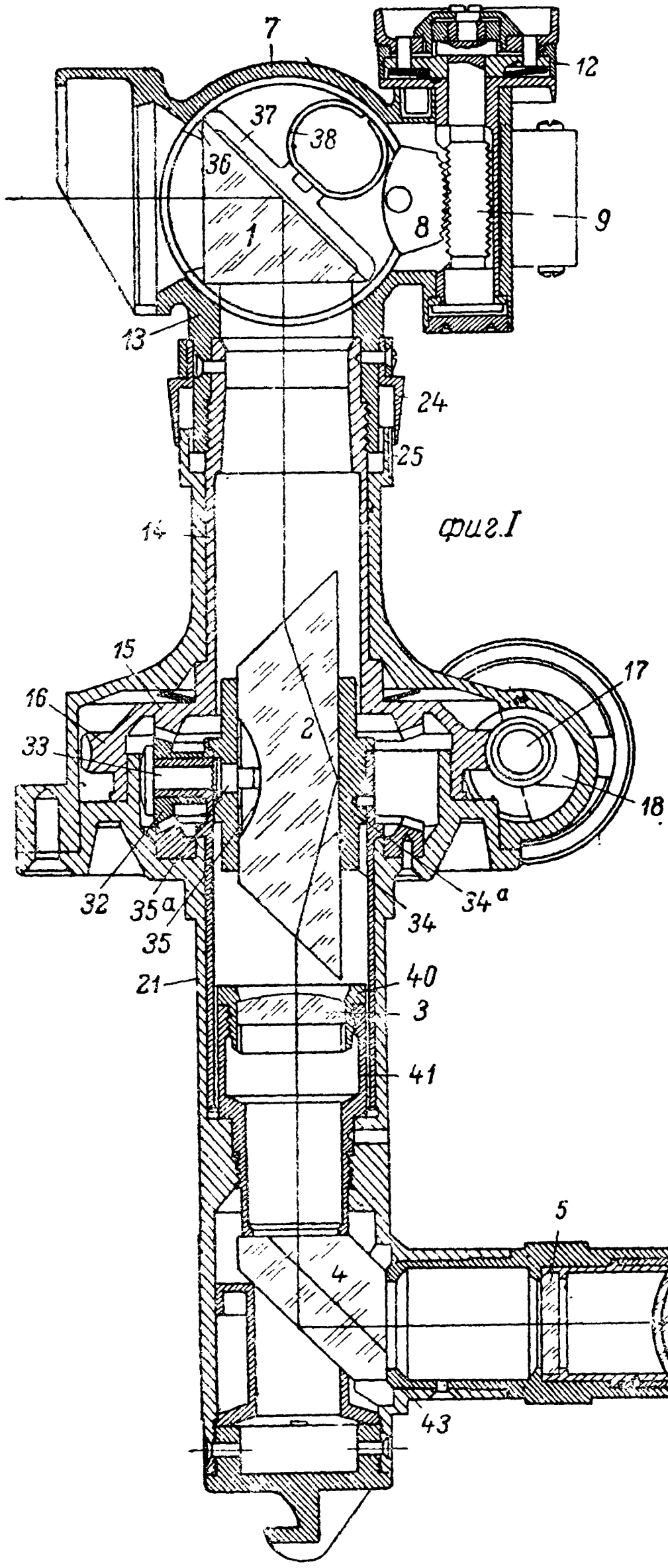
1) Основы устройства

Наиболее характерным наблюдательным угломерным прибором является панорамный визир (рис. 29, фиг. *I* и *II*).

Этот визир состоит из перископической трубки, в которой монтированы призмы *1*, *2* и *4*, объектив *3*, сетка с перекрестием *5* и сложный окуляр *6* (рис. 29, фиг. *I*).

Призма *1* называется отражателем: на нее попадают лучи от наблюдаемой цели или от точки наводки и отражаются на призму *2*, которая называется выпрямляющей призмой (призма Дове).

Верхняя часть трубки (голова панорамы), в которой помещена призма-отражатель, может вращаться около вертикальной оси на 360° и воспринимать лучи от всех точек горизонта. Выпрямляющая призма *2* при этом должна вращаться вокруг вертикальной оси на угол, вдвое меньший.



фиг.I

фиг II.

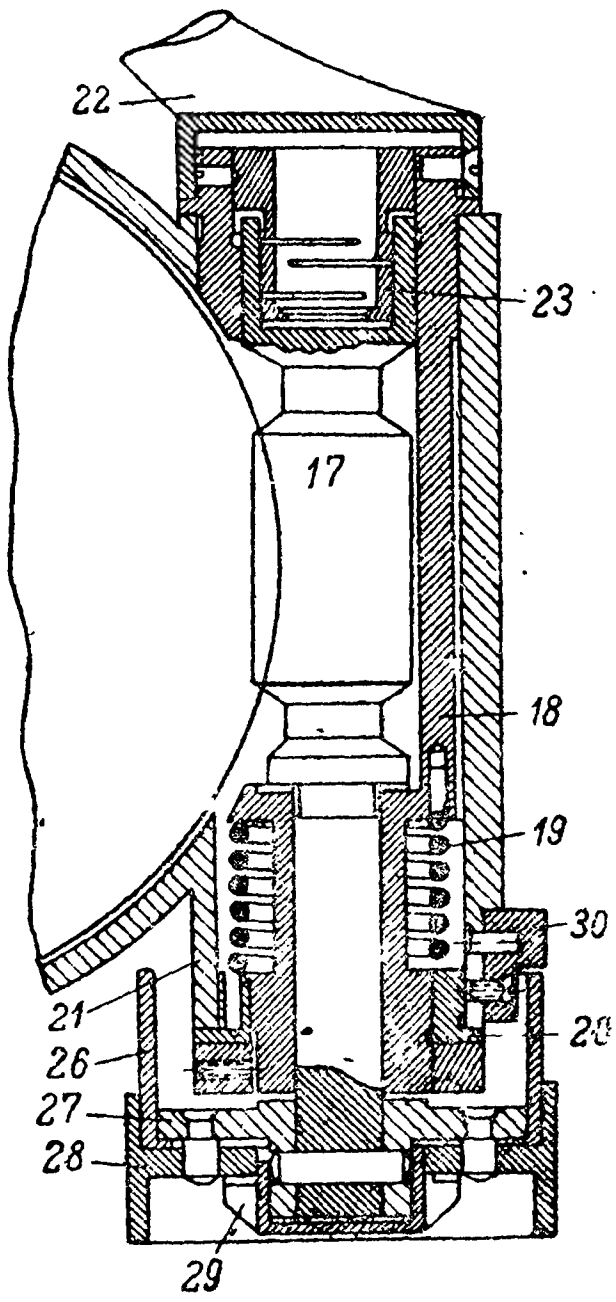


Рис. 29. Схема полевой панорамы.

Из призмы *2* лучи попадают через объектив *3* на нижнюю крышеобразную призму *4*, которая поворачивает лучи на 90°, направляя их в горизонтально расположенный неподвижный окуляр *6*.

Изображение наблюдаемого предмета, рассматриваемое через окуляр, получается все время прямым, несмотря на поворот отражателя при визировании в различные участки горизонта.

2) Механизм горизонтальной наводки

Корпус головы панорамы *13* намертво привинчен к вертикальной внутренней трубке *14*. Одно целое с этой трубкой составляют коническая шестеренка *15* и червячная шестеренка *16*. Последняя приводится во вращение вместе с головой панорамы от червяка *17*.

Устройство червяка должно быть таким, чтобы, с одной стороны, обеспечить отсутствие мертвого хода между червяком и червячной шестеренкой, а с другой — давать возможность совсем выводить червяк из зацепления, когда нужно производить быстрый поворот головы панорамы. Это достигается следующей конструкцией (рис. 29, фиг. *11*).

Ось червяка посажена в эксцентричную втулку *18*, причем эта втулка под влиянием пружины *19* стремится повернуться так, что всегда прижимает червяк к червячному колесу, выбирая мертвый ход передачи. Один конец пружины *19* заделан в корпус эксцентрической втулки *18*, а другой — во втулку *20*, которая намертво заделана в неподвижном корпусе *21* панорамы. Выключение червяка из зацепления производится поворотом рукоятки включателя *22*, закрепленного на наружном конце эксцентриковой втулки. Для выборки продольного мертвого хода червяка он имеет специальной конструкции пружинную пяту *23*, которая представляет собою цилиндр с прорезями на окружности, расположенными в шахматном порядке.

Механизм червяка и червячной шестеренки *16* служит, во-первых, для поворота трубки *14* с корпусом головы панорамы при горизонтальной наводке; этот поворот происходит в наружном неподвижном корпусе *21*, как во втулке. Во-вторых, этот механизм является отсчетным, построенным на принципе, изложенном на стр. 102.

Шестерня *16* имеет 60 зубцов. Червяк *17* сделан в одну нитку, следовательно, один поворот червяка поворачивает шестерню и вместе с ней голову панорамы на одну шестидесятую окружности или на 100 тысячных дистанции. Отсчет этих 100 тысячных дистанции производится по шкале *24*, укрепленной на корпусе головы панорамы и разделенной на 60 делений с обозначением от 0 до 59 с возрастанием по часовой стрелке. Указателем делений этой шкалы служит индекс *25*, укрепленный на корпусе панорамы. Деления в пределах от 0 до 100 тысячных дистанции нанесены на шкале *26*, зажатой между шайбами *27* и *28*, из которых шайба *27* неподвижно укреплена на оси червяка *17*, а шайба *28* может отжиматься и прижиматься с помощью гайки *29* специальным ключом. Указателем делений на

шкале *26* служит индекс *30*, укрепленный на корпусе панорамы. Зажимное устройство для шкалы сделано для того, чтобы уже на собранном панорамном визире точно согласовывать положение шкалы с направлением визирной линии, даваемой панорамой, по отношению к направлению какой-либо базы.

В-третьих, червячная передача *16—17* служит для поворота выпрямляющей призмы *2* на угол, вдвое меньший, чем поворот головы панорамы. Это производится механизмом неподвижной конической шестерни, скрепленной с корпусом, по которой прокатывается промежуточная коническая шестерня *32* (сателлит), сцепленная также с конической шестерней *15*. Понятно, что в этом механизме ось сателлита *32* описывает вокруг вертикальной оси панорамы угол, вдвое меньший, чем поворот верхней конической шестерни *15*. Поэтому эта ось *33* использована для поворота оправы *34* призмы *2*. Зажим этой призмы в оправе производится лапками *34а* и стопорным сухариком *35* с винтом *35а*. Весь описанный механизм монтирован в средней расширенной части корпуса *21*, причем нижняя часть корпуса намертво привинчена к верхней винтами.

3) Механизм вертикальной наводки

Отражательная призма *1*, кроме вращения в горизонтальной плоскости вместе с головой панорамы, может поворачиваться вместе с барабаном *7* на небольшой угол около горизонтальной оси, что дает возможность наводить визирную линию в вертикальной плоскости на углы в пределах $\pm 18°$ или ± 300 тысячных дистанции.

Механизм для вращения призмы *1* при вертикальной наводке представляет собою следующее: призма *1* монтирована в цилиндрическом барабане *7* с помощью подкладок *36* и пластинки *37*, которая с помощью пружины *38* прижимает призму к подкладкам. Цилиндр *7* помещен в соответствующую цилиндрическую расточку в корпусе головы панорамы и имеет приделанный к цилиндру червячный сектор *8*. С сектором сцеплен червяк *9*, помещенный для выборки мертвого хода при сборке в эксцентрическую втулку. Червяк одноходовой, а червячный сектор имеет 120 зубцов (на всю окружность), что при одном обороте червяка *9* дает наклон призмы на 50 тысячных дистанции, а наклон визирной линии призмой (как зеркалом) на угол, вдвое больший, т. е. на 100 тысячных дистанции.

Крупные деления нанесены на выдающейся части барабана *7*, а мелкие деления от 0 до 100 тысячных дистанции — на переставной шкале *12* на оси червяка.

В нижнем неподвижном корпусе панорамы помещается объектив *3*, монтированный в оправе *40*, ввинченной в патрубок *41*. Конец этого патрубка служит опорой для призмы *4*, которая зажимается между этим патрубком и патрубком *43*.

В нормальной полевой панораме углы вертикальной наводки, даваемые качанием отражательной призмы, получаются в пределах $\pm 18°$ (± 300 тысячных дистанции). В применении к зенитным прицелам и угломерам зенитной артиллерии эти углы являются недоста-

точными. Увеличение же этих углов с сохранением в основном существующей конструкции панорамы вызывает увеличение размеров отражательной призмы и габаритов защитного стекла. Применение панорамы как угломерного визира для зенитных целей в зенитных прицелах и при наблюдении с самолетов, где требуется обзор пространства как над самолетом, так и под самолетом, вызывает необходимость, чтобы углы обзора у панорамы в вертикальной плоскости были в пределах от —90° до +90°, что, в связи с поворотом головы панорамы по горизонту на 360°, давало бы возможность обозревать полную сферу.

Панорама, удовлетворяющая указанным требованиям, была предложена инженером Солодиловым и построена в 1934 г. по заказу моряков для стабилизованного визирного поста.

4) Описание принципа устройства и конструкции панорамы с обзором полной сферы

Конструкция указанной панорамы позволяет производить визирование по вертикали в пределах ±90°, по горизонту в пределах от 0 до 360°. Независимые друг от друга наводки по вертикали и по горизонту производятся двумя рукоятками, укрепленными на неподвижном корпусе панорамы. Вместо вращения от рукоятки валики горизонтальной и вертикальной наводки могут быть непосредственно присоединены к моторам или ключам приборов синхронной передачи.

А. Оптическая система панорамы

Оптическая система этой панорамы должна давать возможность при неподвижном окуляре наблюдать окружающее пространство таким, как если бы голова наблюдателя была помещена вместо головной призмы, т. е. при обзоре пространства по горизонту призма вместе с головой панорамы вращается около вертикальной оси *a—b*, а при наблюдении в вертикальной плоскости вращается около горизонтальной оси *c—d* (рис. 30, фиг. *V*).

При наблюдении через панораму в вертикальной плоскости нужно производить визирование только до зенита +90° или надира —90° и при этих углах поворачиваться вместе с панорамой на угол 180°, чтобы производить дальнейшие наблюдения уже от зенита (или надира) к горизонту.

Оптические детали панорамы, идя по пути входящего луча, располагаются следующим образом: отражательная прямоугольная призма *1* (рис. 30, фиг. *II*), вторая отражательная призма *2* головы панорамы, призма Дове *3*, объектив *4*, нижняя прямоугольная призма *5*, сетка *6* и окуляр *7*.

Схема хода лучей представлена на фиг. *I* (рис. 30).

Кинематика движений оптических деталей состоит в следующем: при вращении призмы *1* вокруг горизонтальной оси для выпрямления изображения призма *3* должна вращаться на угол, вдвое меньший. При повороте всей головы панорамы (т. е. призм *1* и *2*) вокруг

вертикальной оси для выпрямления изображения призма *3* должна еще дополнительно поворачиваться на угол, тоже вдвое меньший поворота головы панорамы. Таким образом в данной системе выпрямляющая призма Дове должна поворачиваться на полусумму углов

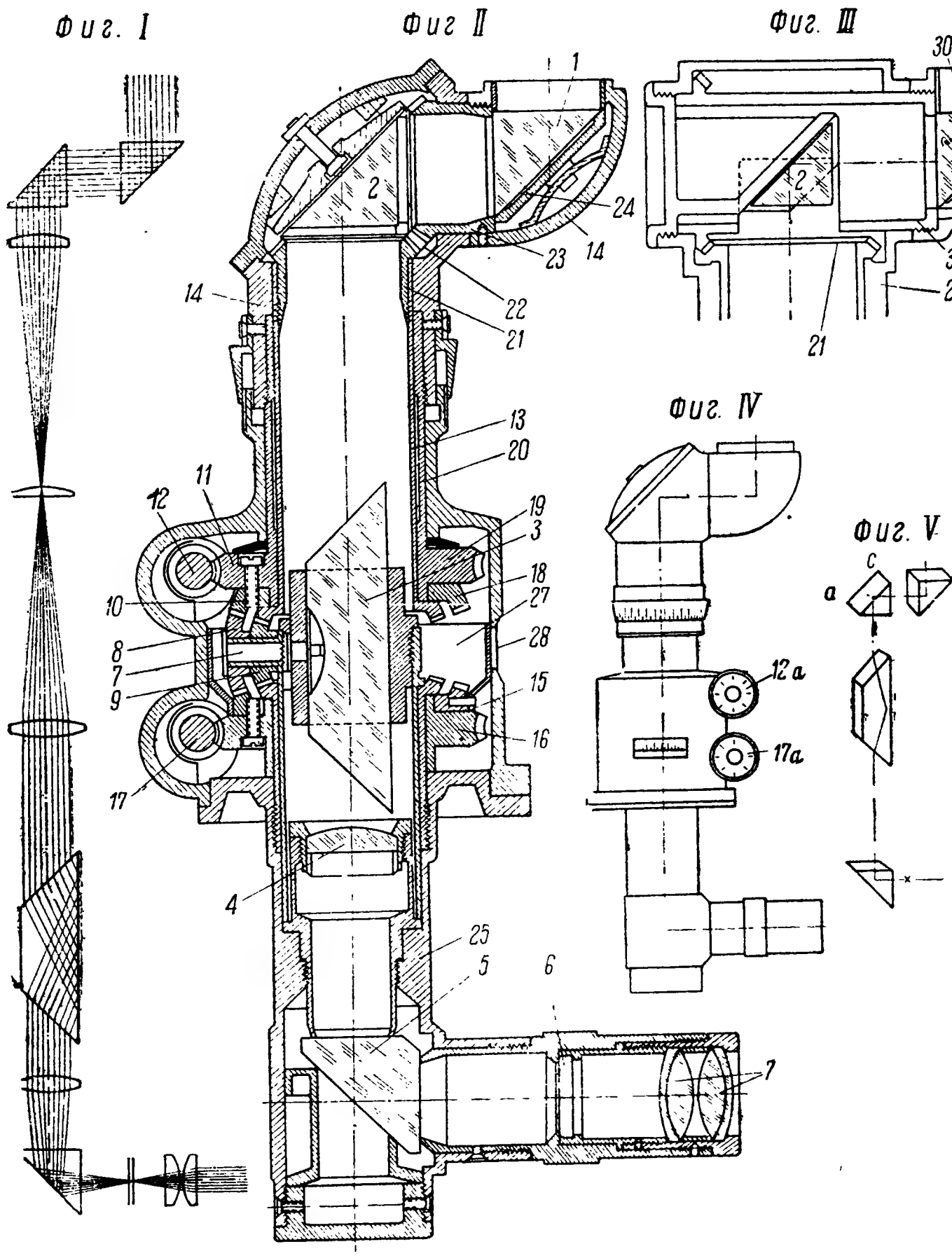


Рис. 30. Конструкция панорамы для обзора полной сферы.

вертикальной и горизонтальной наводки. Нижняя часть панорамы, в которой монтированы объектив *4*, призма *5* и окуляр, отличается от обычной панорамы только тем, что вместо крышевидной призмы здесь поставлена простая отражательная призма *5*.

Б. Механическое оформление

Особенностью механической конструкции является применение двойного диференциала, обеспечивающего независимую друг от друга вертикальную и горизонтальную наводку визирной линии. При этом

поворот выпрямляющей призмы *3* производится на полусумму углов поворота визирной линии в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Механизм диференциала состоит из следующих деталей: оправа призмы *3* (рис. 30, фиг. *II*) имеет палец *7*, на который, как на ось, надеты свободно вращающиеся сателлитные конические зубчатые шестеренки *8* и *9*. Сверху с шестеренкой *8* сцеплена коническая шестеренка *10*, составляющая одно целое с червячной шестеренкой *11* и трубой *13*, в которой намертво закреплена коробка *14* головы панорамы. С червячной шестерней *11* сцеплен червяк *12* механизма горизонтальной наводки. Снизу шестеренка *8* сцеплена с конической шестеренкой *15*, составляющей одно целое с червячным колесом *16*, в свою очередь сцепленным с червяком *17* вертикальной наводки. Сателлит *9* снизу сцеплен с конической шестерней *18*, неподвижно соединенной с корпусом панорамы. Сверху сателлит *9* сцеплен с конической шестерней *19*, составляющей одно целое с трубой *20*, на которой вверху посажена коническая шестерня *21*, передающая вращение через паразитку *22* конической шестерне *23*. Эта последняя шестерня при своем вращении поворачивает оправу *24* призмы *1* вместе с призмой при вертикальной наводке. Сама наводка производится вращением червяка *17*, сцепленного с червячным колесом *16*.

Деталь *25* представляет собой неподвижный корпус панорамы, на котором снизу укреплена окулярная часть прибора, а в расширенной средней части монтированы червяки *12* и *17*, приводимые во вращение от барабанчиков *12а* и *17а* (рис. 30, фиг. *IV*) горизонтальной и вертикальной наводки.

В. Работа механизмов горизонтальной и вертикальной наводки

Предположим, что производится только одна горизонтальная наводка вращением червяка *12*. При этом обе конические шестеренки *15* и *18* неподвижны и сателлиты *7* и *8*, обкатываясь по этим неподвижным шестеренкам, поворачивают их ось (палец *7*) на угол, вдвое меньший, чем поворот шестерни *11* и головы панорамы *14*. В силу того, что палец *7* поворачивается вместе с оправой призмы *3*, сателлит *9* при обкатывании по неподвижной шестеренке *18* вращает шестеренку *19* и трубу *20* с такой же угловой скоростью, как и труба *13*, и, следовательно, при этом вращается вся голова панорамы с призмами *2* и *1*, причем положение призмы *1* вертикальной наводки остается неизменным (рис. 30, фиг. *II*). Таким образом осуществляется принцип независимости горизонтальной наводки от вертикальной. Обращаясь к повороту призмы *3*, мы видим, что этот поворот совершается на угол, вдвое меньший, чем поворот головы панорамы, и, следовательно, при этом происходит и выпрямление изображения призмы *3*. Отсчет горизонтальных углов совершается следующим образом: деления в тысячных дистанции отсчитываются по шкале 12 барабанчика *12*. Один поворот этого барабанчика дает 100 тысячных

дистанции или 6°. Сотни тысячных дистанции отсчитываются по шкале на корпусе головы панорамы. Вся шкала имеет 60 делений, соответствующих полному обороту на 360°.

Вертикальная наводка состоит в следующем: вращение червяка *17* приводит в движение червячное колесо *16* и соединенную с ним коническую шестеренку *15*. При этом сателлит *8*, катясь по неподвижному коническому колесу *10*, вращает палец оправы призмы *3* на угол вдвое меньший. Одновременно с шестеренкой *8* шестеренка *9* в свою очередь катится по неподвижной шестеренке *18* и приводит во вращение трубу *20* с коническим колесом *19* с той же угловой скоростью, как и вращение червячного колеса *16* (рис. 30, фиг. *II*). Призма Дове *3* и в этом случае, поворачиваясь на угол, вдвое меньший, чем призма *1*, производит выпрямление изображения при вертикальной наводке. Из работы этой наводки видно, что она также происходит независимо от горизонтальной наводки.

Отсчет углов вертикальной наводки производится по шкале *17а* на барабанчике *17* (тысячные дистанций) и по шкале *27* внутри корпуса панорамы, причем эта последняя шкала наблюдается через соответствующее окно *28* в наружной стенке корпуса.

В панорамном визире этой конструкции особое внимание должно быть обращено на устройство уплотнительных сальников, обеспечивающих водонепроницаемость прибора.

Если по условиям работы призму *1* вертикальной наводки требуется поворачивать только на угол в пределах $\pm 90°$, то можно рекомендовать более надежную конструкцию головы, изображенной на фиг. *III* (рис. 30). В этой конструкции оправа призмы *1* имеет цилиндрическую втулку *30*, в которой прорезано окно, через которое лучи входят в неподвижную призму *2*. Коническая зубчатая шестеренка *31*, приводящая во вращение втулку *30* с призмой *1*, насажена с другой стороны призмы *1*, что дает возможность выбросить промежуточную коническую шестерню и сцепить колесо *31* непосредственно с колесом *21*, сидящим на трубе *20* (рис. 30, фиг. *III*).

На фиг. *I* (рис. 30) дана конструкция панорамного визира с обзором полной сферы, в котором, ввиду увеличенной перископичности, введена еще оборачивающая система линз, и призма Дове помещена в пучках параллельных лучей, т. е. между линзами оборачивающей системы.

5) Специальные конструкции панорамных визиров

В приведенных оптических системах панорам выпрямляющая призма Дове работает как плоско-параллельная пластинка, поставленная под углом 45° к осевым пучкам лучей. Чтобы эта призма не вызывала астигматизма в оптической системе, она должна устанавливаться на тех участках хода лучей в системе, где проходят только пучки параллельных лучей. Следовательно, призму Дове можно ставить в описанных панорамных системах либо перед объективом либо между линзами оборачивающей системы (рис. 30, фиг. *I*).

Ясно, что это обстоятельство ограничивает конструктивные возможности и часто препятствует созданию прибора, компактного по габаритам и наиболее светосильного. (Потери света при отражении на поверхностях призмы Дове, расположенных под углом 45° к проходящим через них лучам, достигают до 10% на каждой поверхности.) Конструкторская мысль давно работает над проблемой создания такой панорамной системы, где для выпрямления изображения можно было бы применить другие призмы. Ниже здесь приведен ряд таких систем, которые возможно применить в случаях, где требуются специальные условия эксплоатации прибора.

На фиг. *I* изображена нормальная схема оптики панорамы Герца.

На фиг. *II* изображена специальная система панорамы, где роль выпрямляющей призмы выполняет призма *1*, которая является ромбовидной призмой с двумя отражениями в одной плоскости и с двумя отражениями в другой плоскости на крыше призмы. Как видно из фиг. *II*, поворот этой призмы на некоторый угол вокруг оси *a—b* вызывает оборот изображения на угол, вдвое больший. Таким образом этой призмой возможно получить выпрямление изображения. Механическая схема монтировки оптических деталей показана на том же чертеже. Здесь призма *1* укреплена в диске *2*, который по ободу имеет коническую зубчатую шестерню *3* (рис. 31, фиг. *II*). Эта шестерня сцеплена с конической шестеренкой *4*, составляющей одно целое с неподвижным корпусом *5* панорамы. При вращении всей головы панорамы при горизонтальной наводке визира призма *1* поворачивается на угол, вдвое меньший. Далее в систему входят призма *9*, объектив *6*, нижняя окулярная пента-призма *7* и окуляр *8*.

Достоинствами этой системы являются малые габаритные размеры, сравнительно малые потери света в оптических деталях, возможность помещать призму *1* в сходящихся или расходящихся пучках световых лучей, простота конструкции (отсутствие диференциала).

К недостаткам этой системы надо отнести то, что высота входящего луча в призму *1* меняется в зависимости от угла горизонтальной наводки, не имеется возможности качать визирную линию в вертикальной плоскости, система ненадежна в смысле водонепроницаемости.

На фиг. *VI* (рис. 31) приведен второй возможный вариант панорамной системы, состоящей из простой отражательной призмы *1*, призмы Порро *2*, оптической системы с оборачивающими линзами *4*, окулярной призмы *10* и неподвижного окуляра *11*.

Роль выпрямляющей изображение призмы в этой системе исполняет призма *2*, которая при повороте призмы на некоторый угол вокруг оси *c—d* поворачивает изображение на угол, вдвое больший.

Схематически конструктивное оформление визира представлено на фиг. *VI*. Здесь призма *1* монтирована в стакане *5*, вращающемся вокруг вертикальной оси *a—b*. Одновременно с вращением вокруг своей оси стакан *5* с помощью цилиндрической зубчатой шестеренки *6* обкатывается по зубчатой шестеренке *6*, укрепленной на неподвижном корпусе *7* панорамы. Отношение шестеренок *6* и *6'*—1, так что при повороте призмы *1* на некоторый угол вокруг своей оси сама

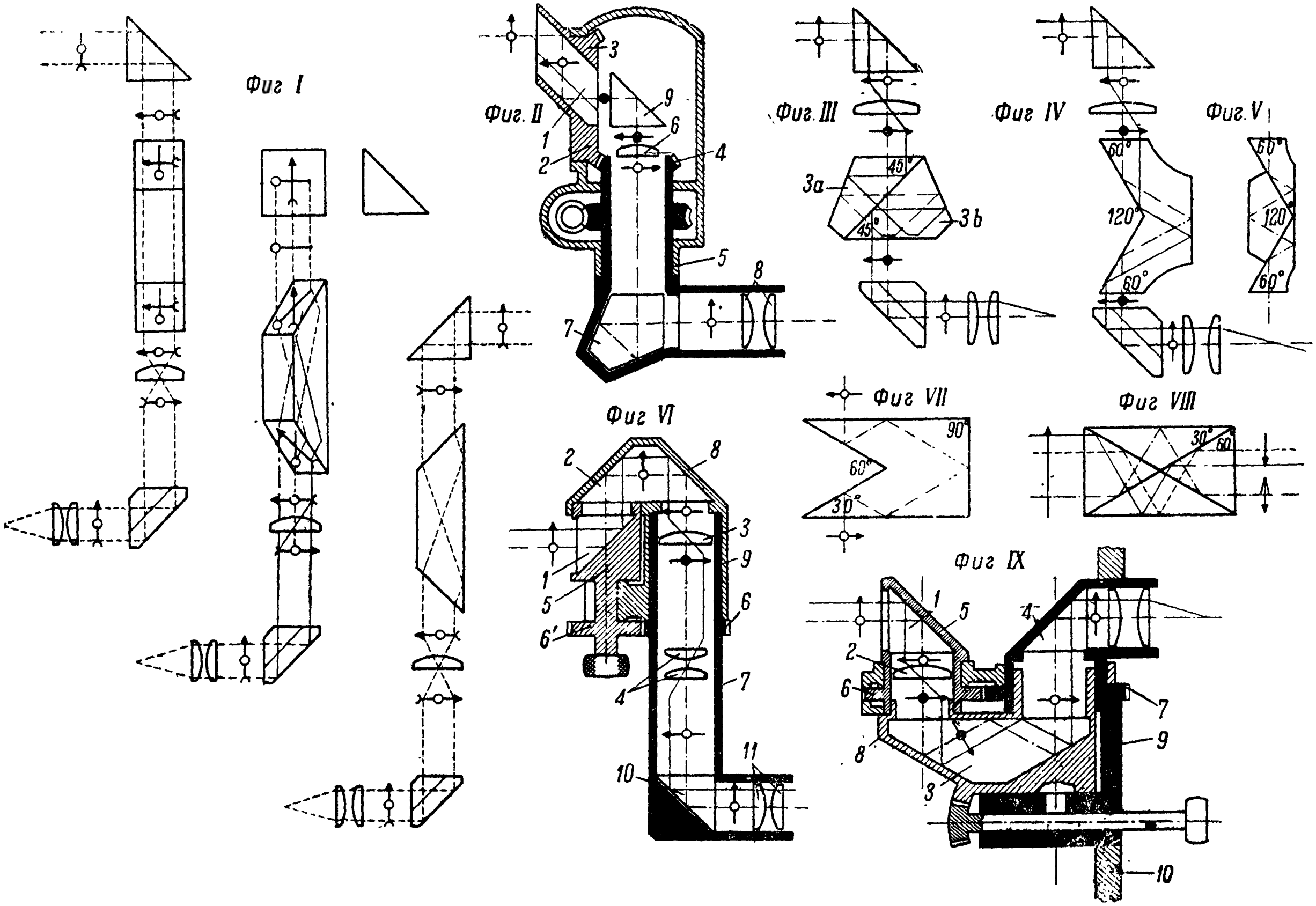


Рис. 31. Схемы панорамных визиров.

ось *a—b* перемещается вокруг оси панорамы *c—d* на угол, вдвое меньший.

Призма Порро *2* монтирована в коробке *8* головы панорамы, которая вращается как раз на угол, вдвое меньший угла поворота визирной линии по горизонту. Вся голова панорамы вращается вокруг оси *c—d* втулки *9*, которая составляет часть неподвижного корпуса *7* визира. В этом корпусе монтированы остальные детали, как-то: объектив *3*, линза оборачивающей системы *4*, нижняя призма *10* и окуляр *11*.

Преимуществами этой системы панорамного визира являются:

а) простота изготовления оптических деталей, входящих в систему;

б) применение цилиндрических зубчатых колес (вместо конических), что обеспечивает большую точность работы прибора;

в) отражательной призме *1* имеется возможность давать наклон в вертикальной плоскости;

г) призма *2* эквивалентна плоскопараллельной пластинке, поставленной перпендикулярно к оптической оси прибора.

К недостаткам этого визира относится:

а) трудность обеспечить водонепроницаемость головы панорамы;

б) наводку по горизонту на все 360° возможно производить поворотом головы только на 180°; при дальнейшем повороте головы визирная линия при определенном угле поворота по горизонту упрется в неподвижный корпус головы прибора.

На фиг. *IV* (рис. 31) приведена конструкция панорамного визира, от которого не требуется давать определенную перископичность, например, в случае укрепления визира в вертикальной стенке броневой башни.

Роль выпрямляющей изображение призмы в этой системе исполняет призма *3*, дающая три отражения в одной плоскости и два отражения на плоскостях крыши в направлении, перпендикулярном к первой. Как показано на фиг. *IX*, изображение предмета, рассматриваемого через эту призму, поворачивается на угол, вдвое больший, чем поворот самой призмы. Схематическое конструктивное оформление этого визира показано на фиг. *IX*. Визирный луч входит в прямоугольную призму *1*, которая укреплена в стакане *5*, вращающемся вокруг вертикальной оси *a—b*. Снизу стакан имеет зубчатку *6*, с помощью которой при своем вращении он обкатывается вокруг неподвижной шестеренки *7*, радиус которой равен радиусу шестеренки *6*. Благодаря такой конструкции при повороте стакана *5* его ось перемещается вокруг оси *c—d* неподвижной шестеренки на угол, вдвое меньший, чем поворот призмы *1*. Стакан *5* вращается во втулке коробки *8*, в которой монтирована призма *3*, и, следовательно, сама коробка *8* и призма *3* поворачиваются на угол, вдвое меньший поворота призмы *1* вокруг своей оси. Луч света из призмы *1* попадает в объектив *2*, а потом в выпрямляющую призму *3*; далее луч проходит в призму *4* и попадает в неподвижный окуляр. Детали *9* вместе с окуляром являются неподвижной частью прибора и укрепляются

на броне *10*, через которую во внутрь каземата проходит только окулярная часть.

В этой конструкции отражательной призмы в стакане *5* могут также даваться углы наклона для визирования в вертикальной плоскости.

Преимуществом этой системы панорамы являются малые габариты по высоте.

К недостаткам надо отнести, главным образом, трудность предохранения от проникновения внутрь прибора влаги.

Кроме приведенных раньше панорамных систем с призмой Дове, приводим такие системы, где эта призма может быть заменена призмами прямого видения, но у которых входящий и выходящий осевой пучок падает перпендикулярно к поверхности призмы, и, следовательно, эти призмы могут быть поставлены как в пучках параллельных лучей, так и непараллельных.

На фиг. *III* (рис. 31) изображена схема оптики панорамы, у которой выпрямляющей призмой служит призма Пехана, представляющая соединение половины пентопризмы *3a* с призмой Шмидта *3b*. Эти две призмы должны быть только приложены друг к другу, а не склеены. Ход луча в призме показан на чертеже.

Недостатками этой призмы являются дороговизна изготовления, большие потери света при 5-кратном отражении луча внутри призмы, большие потери света в толще самого стекла призмы.

Применение этой призмы дает возможность значительно сократить габарит панорамного визира по высоте.

На фиг. *IV* (рис. 31) изображена панорамная система с призмой Аббе. Недостатком этой призмы являются сравнительно большие габариты ее.

Этот недостаток устранен в призме (фиг. *V*), предложенной Старшиновым. В этой последней луч испытывает внутри призмы пять отражений вместо трех, как в призме Аббе.

Инженером Солодиловым предложена призма, изображенная на фиг. *VII* (рис. 31). Эта призма дает минимальный расход стекла в сравнении с другими призмами и значительно уменьшает габариты по высоте.

Принципиально наиболее компактной и малой по габаритам выпрямляющей призмой может быть призма, изображенная на фиг. *VIII* (рис. 31), сделанная из четырех отдельных призм, сложенных так, как указано на рисунке. Однако монтировка отдельных частей призмы в общий агрегат, а также большие потери света на полированных плоскостях призмы и двойной выходной зрачок, делают применение ее нецелесообразным.

7. КРЫШЕОБРАЗНЫЕ ВЫСОТОМЕРЫ

1) Определение высоты полета цели

Выше было указано, какое значение при зенитной стрельбе имеет точное определение высоты полета цели. Было указано, что

есть смысл принять допущение о постоянстве высоты полета цели за время полета снаряда плюс мертвое время, так как наклонная или трубочная дальность является самой существенной из трех основных данных для стрельбы (угол азимута, угол места и трубочная дальность), а эта последняя дальность прямо зависит от значения высоты и угла местности. Поэтому является существенным, чтобы измерения этих двух основных элементов были сделаны с исчерпывающей точностью, возможной для данных инструментов.

Принятое допущение о постоянстве высоты за время полета снаряда позволяет делать приборы для определения высоты как отдельный инструмент, не имеющий синхронной связи с центральным прибором управления стрельбой.

2) Методы определения высоты

Различают два основных метода определения высоты полета зенитных целей, а именно: а) инструментальный, б) вычислительный.

При инструментальном методе используются две системы для определения высоты: система двух станций и система одной станции.

3) Требования при определении высот

Как уже было сказано, высота должна определяться с наибольшей точностью и быстро. Неточность замерения высоты влечет за собой неточное определение наклонной дальности, а отсюда, как результат, неверное определение трубочной дальности и времени полета снаряда. Нужно стремиться, чтобы первые разрывы снарядов по неприятелю были действительными, в противном случае авиатор путем маневрирования сделает недействительными установленные прибором данные для стрельбы. Необходимость быстроты определения высоты вытекает из особенностей движений зенитных целей. Цель находится в поражаемой зоне очень короткое время. Отсюда становится существенным, чтобы определение данных шло с быстротой, позволяющей дать достаточное время для производства самой стрельбы в пределах поражаемого пространства.

4) Система двух станций. Основа системы

На фиг. *I* (рис. 32) точки *A* и *B* представляют положение, занимаемое инструментами по концам базы *Б*. Линии *1—2* и *3—4* являются перпендикулярными к базе *Б* и лежат в горизонтальной плоскости. Эти перпендикуляры являются осями вращения для плоскостей *M* и *N*. Пересечение этих двух плоскостей дает обязательно горизонтальную линию, а если обе плоскости *M* и *N* содержат одну и ту же точку в пространстве, то эта линия будет геометрическим местом точек, превышение которых над горизонтальной плоскостью одинаково. Превышение линии *C—C′* над горизонтальной плоскостью, содержащей базу *Б*, зависит от длины базы и телесных углов α и β,

образуемых вращающимися плоскостями M и N с горизонтальной плоскостью. При вращении этих плоскостей линии визирования на цель C могут передвигаться в этих плоскостях, пока они не пройдут через цель на линии конька крыши $C—C'$.

Приборы A и B на концах базы должны быть ориентированы так, чтобы линии визирования имели два движения: одно вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной базе, а другое в плоскости M или N, т. е. вокруг оси, перпендикулярной к одной из этих плоскостей.

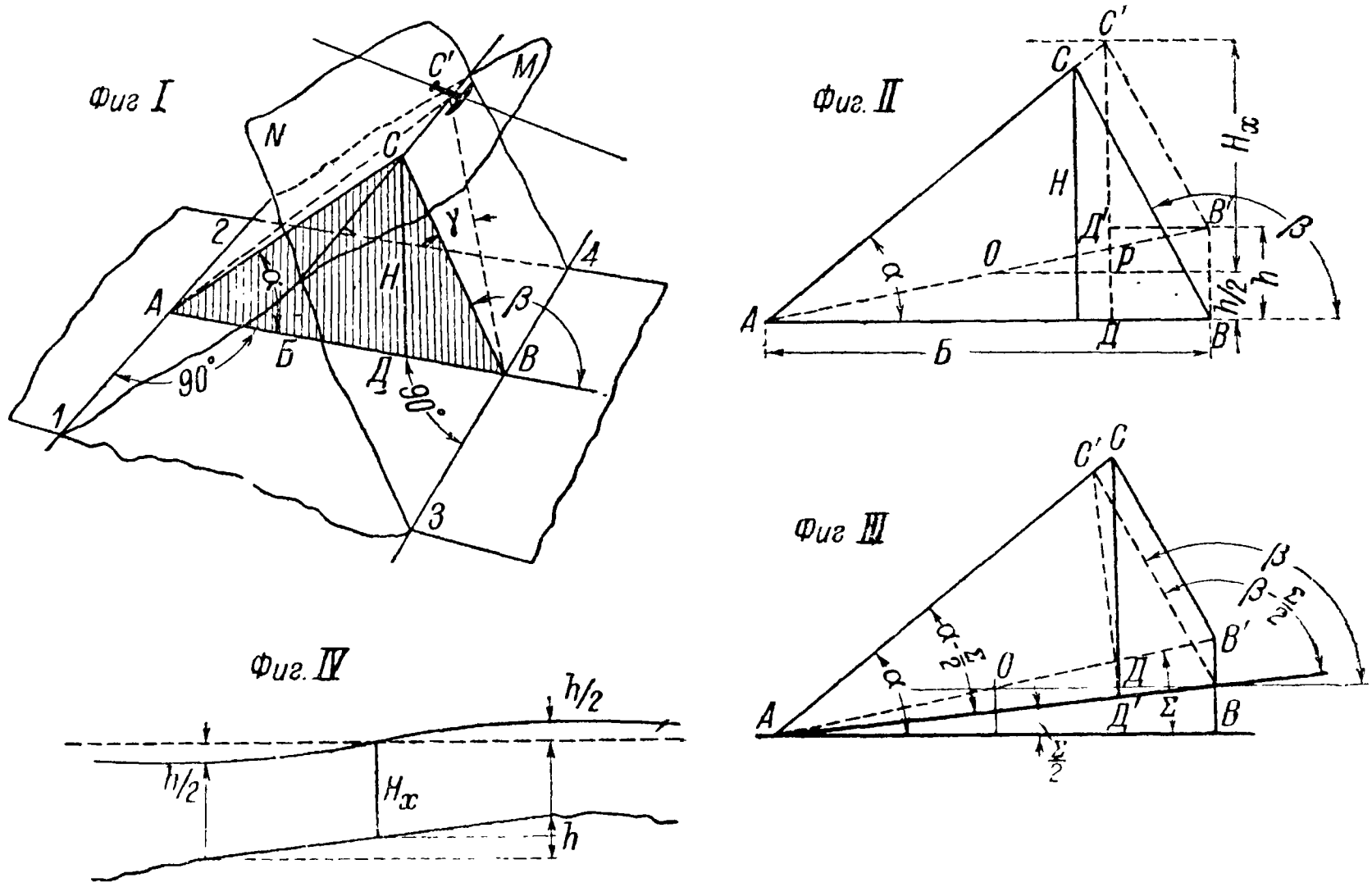


Рис. 32. Схема крышеобразных высотомеров.

Таким образом при наблюдении за целью каждый инструмент образует угол между вращающейся плоскостью и горизонтальной плоскостью базы. Пересечение этих плоскостей образует крышу, высота конька которой H над горизонтальной плоскостью и будет искомой высотой полета цели (рис. 32, фиг. *I*). Понятно, что для определения этой высоты нам достаточно определить высоту треугольника ACB, образованного сечением плоскостей MN перпендикулярной плоскостью, проходящей через базу $Б$ по данным угла α, угла β и базе $Б$.

Пишем уравнения:

$$АД = H \operatorname{ctg} \alpha$$

$$ДВ = H \operatorname{ctg}(180° - \beta) = - H \operatorname{ctg} \beta,$$

$$Б = АД + ДВ = H(\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta),$$

откуда

$$H = \frac{Б}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta}. \qquad (1)$$

5) Действие системы

Высотомеры, построенные на изложенном принципе, называются крышеобразными высотомерами и содержат два прибора для получения величин α и β, нужных для решения уравнений:

$$H = \frac{Б}{\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\beta}.$$

Конструктивно приборы оформлены так, что решение этого уравнения происходит автоматически, что сделать удобнее, если в формуле высоты H вместо натуральных величин возьмем их логарифмы:

$$\lg H = \lg Б + \lg\left(\frac{1}{\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\beta}\right).$$

Шкала высоты градуирована в значениях $\lg H$, но для считывания нанесены значения самой H.

Когда

$$\frac{1}{\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\beta} = 1,$$

$$\lg \frac{1}{\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\beta} = 0,$$

тогда $H = Б$, а указатель будет на начале градуировки O—O.

На втором приборе B никаких градуировок не надо, за исключением шкалы тысячных на окружности диска для отсчетов углов β.

На концах базы можно иметь и совершенно одинаковые приборы, но в последнем случае для прибора B значение β читается по противоположному концу указателя на шкале, нанесенной по окружности. Все другие шкалы не используются.

При постоянных углах α и β высота H пропорциональна базе $Б$. Таким образом, изменяя базу, мы можем пользоваться пропорционально измененной высотой, что бывает необходимо при корректировке стрельбы или в случае стрельбы с пробными выстрелами.

6) Влияние разницы высоты концов базы и поправки

В предыдущем мы предполагали, что концы базы $Б$ находятся на одной и той же высоте. В этом случае формула дает совершенно точное решение. В случае же, если пункты A и B расположены на разных уровнях, то производство отсчета углов крыши α и β от горизонтальной плоскости привело бы при пользовании формулой (1) к неправильному определению высоты, даже и при правильно измеренных величинах базы и углов α и β.

Влияние высоты концов базы и поправки. Условимся считать при разной высоте концов базы A и B' высоту полета самолета, отнесенную к средней точке O базы AB' (рис. 32, фиг. *II*); тогда высота H, определенная из треугольника ABC, будет неверной, а верной будет высота $H_x = C'p$. Для получения высот над точками A и B к высоте H_x нужно прибавить или отнять $\frac{h}{2}$, где $h = BB'$ возвыше-

ние конца базы A над B. Из построения (рис. 32, фиг. *II*) выводим формулу для определения величины H_x.

Из прямоугольного треугольника $AC'Д$ получаем:

$$АД' = \left(H_x + \frac{h}{2}\right) \operatorname{ctg} \alpha,$$

а из треугольника $C'Д'B'$

$$ДB' = \left(H_x - \frac{h}{2}\right) \operatorname{ctg} \beta;$$

сложив эти уравнения, имеем:

$$АД + ДB' = Б = H_x \operatorname{ctg} \alpha + \frac{h}{2} \operatorname{ctg} \alpha +$$

$$+ H_x \operatorname{ctg} \beta - H_x \operatorname{ctg} \beta - H_x \operatorname{ctg} \beta$$

$$H_x = \frac{Б}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta} - \frac{h}{2} \left(\frac{\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \alpha}{\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \alpha}\right).$$

Но первое слагаемое выражает величину H для горизонтального расположения точек A и B, а второе слагаемое, очевидно, будет выражать поправку для наклонной базы.

Исследуем формулу для ошибок ΔH

$$\Delta H = \frac{h}{2} \left(\frac{\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \alpha}{\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \alpha}\right).$$

При углах $\alpha = \beta$, когда цель находится над серединой базы, ошибка:

$$\Delta H = \frac{h}{2} \left(\frac{0}{\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \alpha}\right) = 0.$$

При угле $\alpha = 90°$, когда цель находится над точкой A базы:

$$\Delta H = \frac{h}{2} \left(\frac{\operatorname{ctg} \beta - 0}{\operatorname{ctg} \beta + 0}\right) = \frac{h}{2}.$$

При угле $\beta = 90°$, когда цель находится над точкой B базы:

$$\Delta H = \frac{h}{2} \left(\frac{0 - \operatorname{ctg} \alpha}{0 + \operatorname{ctg} \alpha}\right) = -\frac{h}{2}.$$

И, наконец, когда цель уходит в бесконечность, т. е. $\alpha = \beta = 0$, имеем:

$$\Delta H = \left(\frac{\infty - \infty}{\infty}\right) = 0.$$

Таким образом кривая поправок графически может быть изображена кривой (рис. 32, фиг. *IV*), из которой видно, что наибольшая ошибка будет, когда самолет находится над точкой A или B базы при горизонтальном положении местности вне базы.

Как видно из фиг. *II*, определенная путем решения треугольника высота H будет отлична как от высоты цели над пунктом A, так и над пунктом B. Для уменьшения указанной ошибки при взаимной

ориентировке приборов горизонтальным осям приборов дается наклон, равный половине действительного наклона базы (рис. 32, фиг. *III*). Высота H_1 определяется с помощью углов α и β. Увеличивая или уменьшая полученную высоту H_1 на половину разности уровней точек A и B', получаем величину высоты H, приближающейся к истинной с приемлемой для практики точностью.

Выражение для высоты H в этом случае будет:

$$H = \frac{Б}{\operatorname{ctg}\left(\alpha - \frac{\varepsilon}{2}\right) - \operatorname{ctg}\left(\beta - \frac{\varepsilon}{2}\right)},$$

где ε угол, тангенс которого

$$\varepsilon = \frac{h}{Б} \text{ (рис. 32, фиг. } III\text{)}.$$

К недостаткам систем двух станций нужно отнести:

а) установка и поддерживание связи между двумя концами базы представляют затруднения;

б) в случае нахождения нескольких самолетов, из которых каждый представляет собой цель, нельзя быть уверенным, что наблюдатели на обоих приборах наводят на одну и ту же цель и притом на ту, на которую нужно наводить.

7) Замечания о разбивке базы

Длина базы имеет очень важное значение. При большой высоте и предельной горизонтальной дальности пересечение визирных линий получается под очень острым углом, что уменьшает точность измерения. Но, с другой стороны, слишком длинная база представляет затруднения для контроля и связи. Из современной практики наиболее подходящей является база длиною от 2 до 4 *км*. Желательным является расположение приборов A и B на одном уровне. Направление базы, с точки зрения математического решения, не имеет значения, но, при наличии тактических и топографических условий, приходится выбирать одно из направлений как наиболее желательное. На практике лучшие результаты будут получаться тогда, когда направление курса цели близко к перпендикуляру, проведенному из середины базы. Предпочитается направление базы, при котором наблюдатели на пунктах A и $Б$ могут видеть друг друга.

8) Описание конструкции крышеобразного высотомера

А. Главный прибор

Главный прибор устанавливается на треноге *Т* и с помощью установочных винтов *1* приводится в горизонтальное положение по уровням *3* (рис. 33). На основании *2* может вращаться подвижной круг *4*, служащий для установки прибора по оси базы и закрепляемый после этой установки стопорным винтом *5*, входящим в паз по краю основания *2*. Относительно подвижного круга может вращаться коробка основания *6* с находящимся внутри нее червячным приводом *7* угла

крыши. Червяк привода крыши помещен в эксцентрическую втулку с отводкой, которая служит для расцепления червячного зацепления при быстрой перекидке визирной трубки от руки. В свое первоначальное положение эксцентрическая втулка возвращается винтовой пружинкой, которая прижимает червяк к червячной шестерне и служит также для выборки мертвого хода.

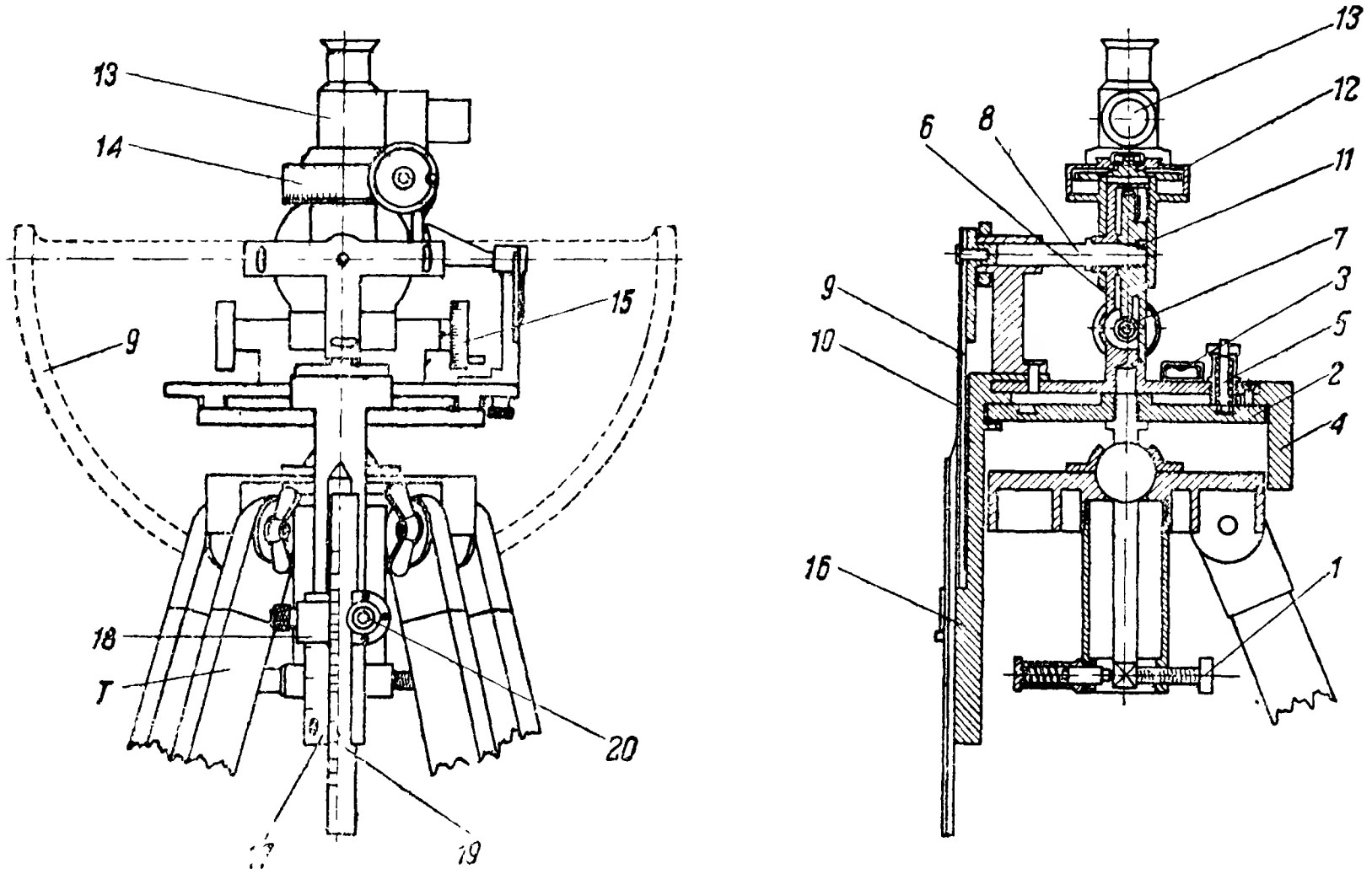


Рис. 33. Крышеобразный высотомер.

Червячный привод углов крыши посредством горизонтальной оси *8* связан с полудиском *9*, на котором укрепляется другой полудиск *10* с нанесенными на нем логарифмическими кривыми $\lg\left(\frac{1}{\operatorname{ctg}\alpha-\operatorname{ctg}\beta}\right)$. Диск с кривыми может поворачиваться на некоторую величину вокруг горизонтальной оси при работе приборов *A* и *B*, стоящих на разных уровнях.

С червячной шестерней привода углов крыши соединена коробка *11* верхнего червячного привода, изменяющего положение визирной линии в плоскости крыши. На подвижной верхней части коробки *12* укрепляется съемная коленчатая визирная трубка *13*. В случае надобности отсчета углов наклона визирной линии в плоскости крыши (угол γ на фиг. *I*, рис. 32) таковые отсчитываются в тысячных дистанции по шкалам *14*. Червяк верхнего привода устроен аналогично нижнему и имеет эксцентрическую втулку и отводку. Отсчет углов крыши может также производиться по шкалам *15* на механизме червячного привода на коробке *11*.

С коробкой основания скреплен кронштейн *16*, несущий на себе неподвижную базную линейку *17* со шкалой базы, передвижной

указатель величины базы *18* со стопором, передвижную высотную линейку *19* со шкалой и зубчатой рейкой и шестерню с головкой *20*, служащей для передвижения вверх или вниз высотной линейки.

Б. Описание бокового прибора на конце базы *B*

Для второго конца базы, как уже было указано, может служить такой же прибор, как и главный, или упрощенный тем, что, в сравнении с главным, на нем может отсутствовать механизм полудиска и отсчетных линеек базы и высоты.

9) Работа на высотомере

Нормальный состав расчета на высотомере состоит из:

№ 1 — начальника расчета; он снабжен микрофоном, надетым на голову, и располагается против диска с кривыми на приборе *A*;

№ 2 — наводчика главного прибора *A*, располагающегося у визира прибора;

№ 3 — читателя.

Установка приборов A и B. Тренога —штатив каждого из приборов *A* и *B* — устанавливается в том месте, где укажет командир батареи. При установке ноги штатива должны плотно упираться в грунт или в деревянные пробки, специально для этого вбитые в землю.

Недостатки высотомеров описанной конструкции следующие: а) отсутствие целеуказания; б) невозможность применить синхронную связь для непрерывного определения высоты полета во все время наблюдения.

ГЛАВА VI

ОПТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СВЯЗИ

1. ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ПРИБОРОВ

Усложнившаяся обстановка современного боя требует применения в широком масштабе различных средств связи, как-то: полевой телефон и телеграф, акустическая связь, радио и, наконец, оптические приборы связи. Последние, благодаря ряду преимуществ — простота конструкции в смысле обслуживания, дешевизна и четкость работы — получили особо широкое распространение как в виде самостоятельных приборов связи, так и при дублировании других родов связи.

Оптические приборы связи можно разделить на следующие основные группы:

а) простейшие приборы зрительной сигнализации—костры, вехи, ракеты, флажки;

б) телеграфные оптические приборы с искусственными источниками света;

в) гелиографы — приборы, работающие отраженным солнечным светом;

г) комбинированные светосигнальные приборы телеграфного типа с гелиографом;

д) приборы оптической телефонии и связи на невидимых лучах.

Приборы этих групп, за исключением первой, по характеру использования можно разделить на три группы, а именно:

а) приборы ближнего действия (до 2 *км* днем, ночью до 8 *км*) — прибор СП-95;

б) приборы среднего действия (до 10 *км* днем, ночью до 30 *км*) — прибор Цейсса со сферическим зеркалом 100 *мм* и полевой гелиограф с зеркалом 140 *мм*;

в) приборы дальнего действия (днем до 25 *км*, ночью до 75 *км*)— прибор Цейсса со сферическим зеркалом 250 *мм* и крепостной гелиограф.

Положительные стороны работы светосигнальных приборов связи следующие:

а) возможность сноситься через непроходимые пространства и через расположение противника, но в условиях прямой видимости;

б) возможность быстрого восстановления связи между пунктами (3—4 мин.);

в) направленное действие и отсутствие помех работы аппарата на соседние (близ стоящие) аппараты;

г) отсутствие легко поражаемой связи проводами;

д) сравнительная простота обучения работе и дешевизна эксплоатации.

Отрицательные стороны работы следующие:

а) сравнительно малый обмен слов в час, особенно, если передача идет через промежуточную станцию;

б) зависимость от атмосферных условий;

в) возможность обнаружения самого факта передачи, а следовательно, и места расположения станции;

г) необходимость выставления станций и обслуживающего состава на возвышенные места.

Частично перечисленные недостатки приборов световой связи устраняются появившимся в последнее время прибором под названием «Оптический телефон».

Преимущества этого прибора:

1) возможность вести передачу и прием с командного пункта по обыкновенному телефону, связанному кабелем со станцией оптического телефона, установленной вне командного пункта;

2) почти полное отсутствие возможности перехвата и подслушивания благодаря большой направленности передачи и работе инфракрасными лучами;

3) возможность передачи и приема как человеческой речи, так и световых сигналов азбуки Морзе;

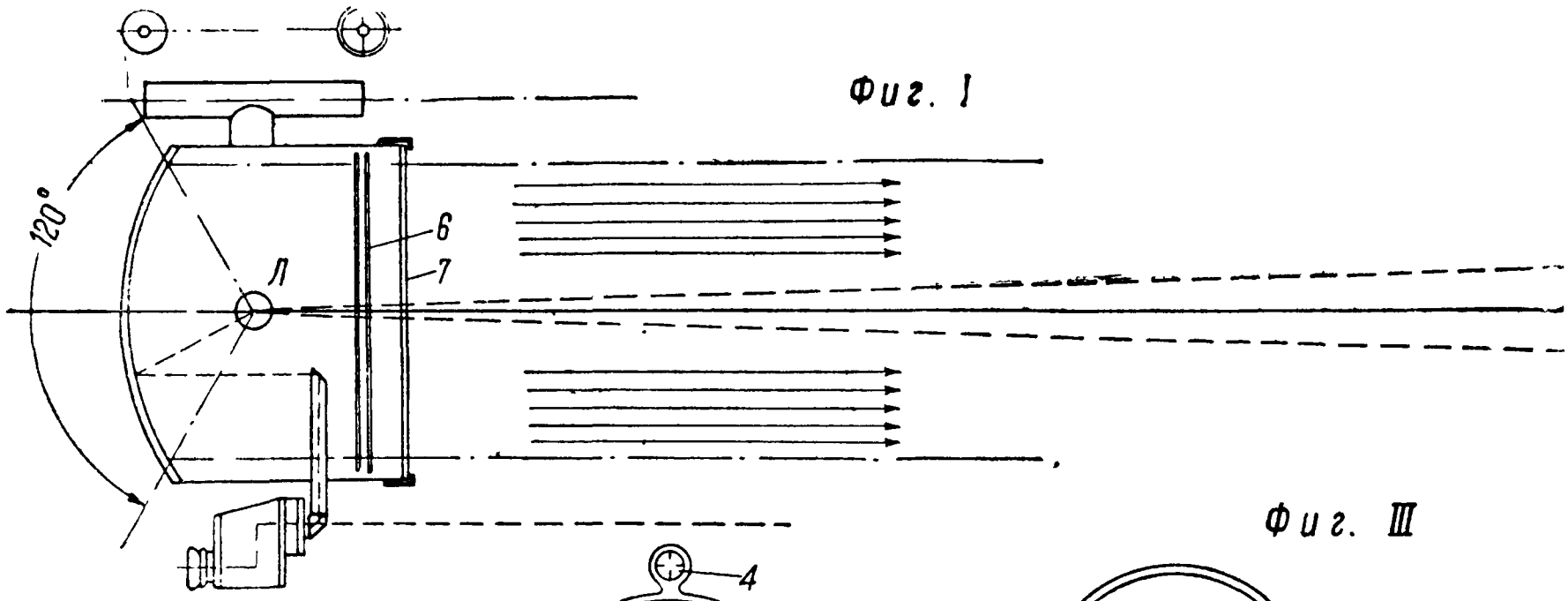
4) простота обслуживания и ведения переговоров.

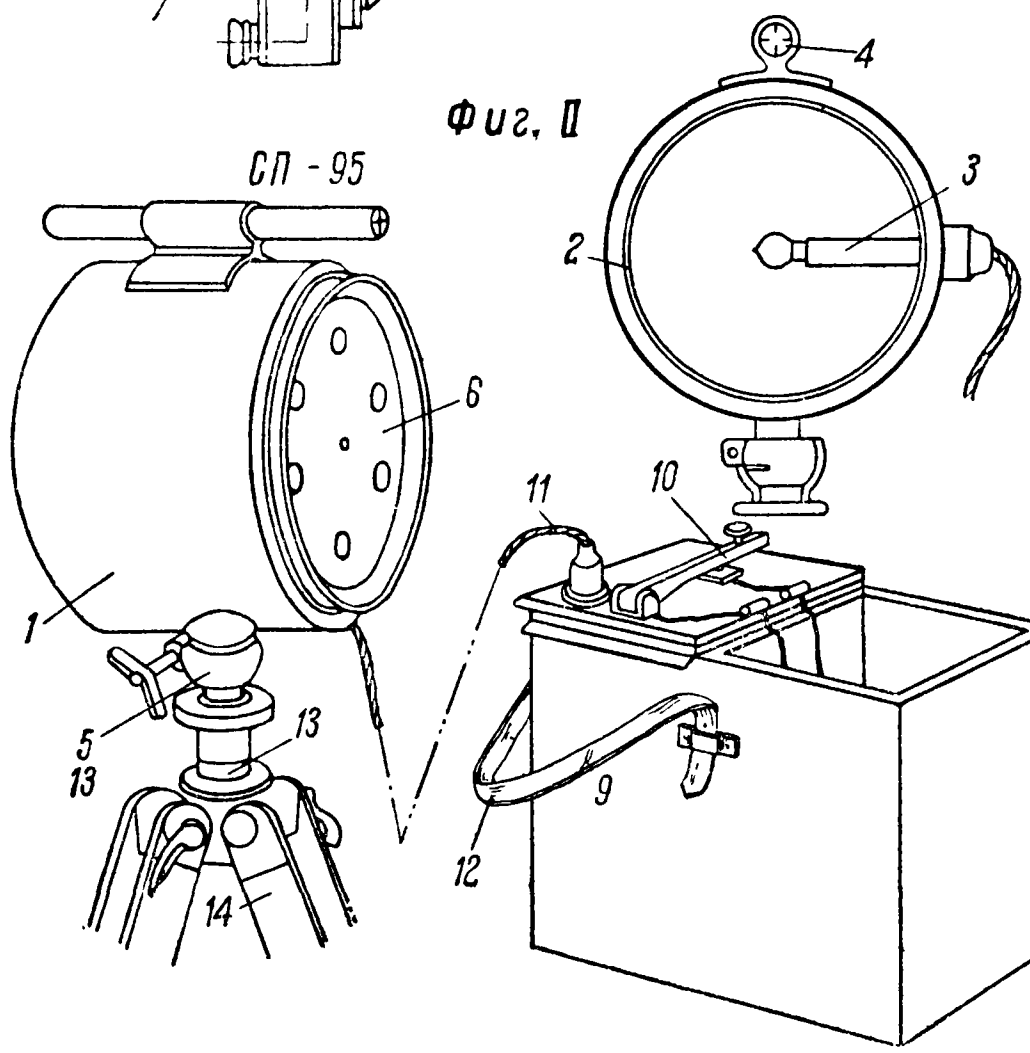
Отрицательными свойствами оптического телефона являются малая дальность действия (до 8 *км*), зависимость от состояния погоды—в сильный туман работа совсем невозможна, дождь сокращает дальность действия на 50%.

2. СВЕТОСИГНАЛЬНЫЙ ПРИБОР СП-95 (ЛЮКАС)

А. Назначение прибора

Прибор СП-95 служит средством передачи кратких светограмм в районе действия полка (батальона) путем сигнализирования





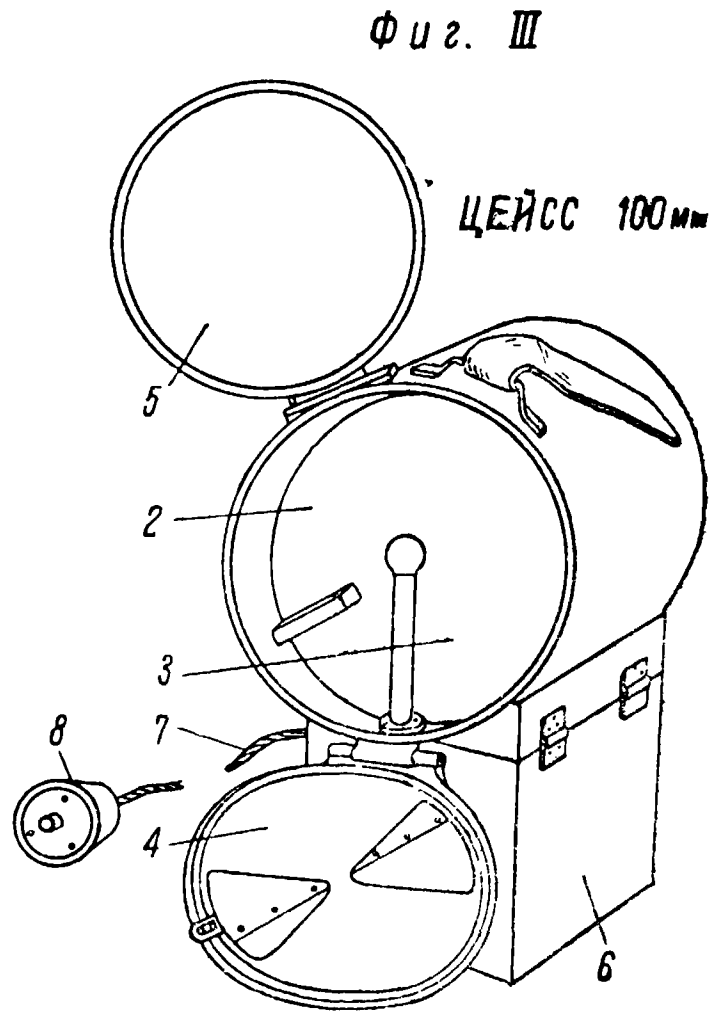


Рис. 34. Светосигнальный прибор СП-95.

световыми знаками Морзе. Дальность действия при нормальных условиях днем 2 *км*, ночью до 4—8 *км* (рис. 34).

Б. Принцип действия прибора

Принцип действия прибора заключается в том, что лучи от источника света (лампа накаливания), помещенного в фокусе параболического зеркала *1* (рис. 34, фиг. *I*), после отражения от зеркала направляются пучком параллельных лучей на станцию приема. Расхождение этого пучка будет тем меньше, чем источник света *Л* ближе к светящейся точке и чем точнее изготовлено параболическое зеркало.

В. Устройство прибора

Основную часть прибора составляет фонарь (рис. 34, фиг. *II*), состоящий из цилиндрического корпуса *1*, в котором помещено сферическое зеркало *2* для собирания и отражения параллельного пучка лучей на станцию приема. В фокусе зеркала помещается в патроне *3* электрическая лампочка (3 свечи), работающая от батареи сухих элементов на 8—12 *в*.

На корпусе сверху укреплена визирная трубка *4* для наводки светового пучка на станцию приема. Снизу к корпусу приделан держатель фонаря *5* для укрепления прибора на треноге или на специальном штыре.

Для регулирования посылаемого потока света в фонарь вставлена штора *6* из двух дисков с отверстиями; фонарь закрывается крышкой с защитным стеклом *7* (рис. 34, фиг. *I*), на которое по мере надобности могут надеваться светофильтры из целлулоида трех цветов: красный, желтый и зеленый.

Фонарь укладывается в деревянный ящик *9* (фиг. *II*), разделенный на две половины. В одной помещается фонарь, в другой — батарея сухих элементов. На откидной крышке ящика помещается ключ *10* для дачи сигналов, соединенный проводами с батареей и шнуром *11* с лампочкой фонаря. Для удобства переноски ящик снабжен плечевым ремнем *12* (рис. 34, фиг. *II*).

Г. Принадлежности прибора

Железный штырь *13* с винтовой нарезкой на одном конце для навинчивания на него фонаря и с заостренным другим концом для втыкания в землю или в ствол дерева.

Деревянная тренога *14* с медной соединительной чашкой, на нарезку которой при работе навинчивается фонарь (рис. 34, фиг. *II*).

Д. Работа прибора

Установив фонарь на треноге, наводят его на соседний пункт, поворачивая фонарь при ослабленном стопорном винте и наблюдая через визирную трубку. Когда визирная линия искателя *4* (фиг. *II*) будет направлена на вторую станцию, в чем убеждаются путем ответного сигнала, стопорный винт зажимают, и прибор готов для работы.

3. СВЕТОСИГНАЛЬНЫЙ ПРИБОР ЦЕЙССА (ОТРАЖАТЕЛЬ 100 *мм*)

А. Назначение прибора

Аппарат Цейсса, как и прибор СП-95, служит средством передачи кратких светограмм, команд, приказаний в районе действия стрелкового батальона и полка. Дальность действия в нормальных атмосферных условиях днем 2 *км*, а ночью до 8 *км*.

Б. Устройство прибора

Главную часть прибора составляет фонарь, корпус которого состоит из металлического цилиндра, наглухо прикрепленного к крышке батарейного ящика, снабженного плечевым ремнем для переноски (рис. 34, фиг. *III*).

В фонаре помещаются стеклянное вогнутое (параболическое) зеркало *2*, в фокусе которого помещена электрическая лампочка на держателе *3* (лампочка требует ток напряжением 3—4 *в*), штора *4*, состоящая из двух дисков, с помощью которых регулируется количество лучей, посылаемых на соседний пост.

Снаружи фонарь закрывается защитным стеклом, монтированным в фасонную оправу *5*. В эту же оправу могут также вставляться светофильтры.

В батарейном ящике *6* помещаются восемь сухих батареек типа карманного фонаря, собранных в картонной коробке. Батарея из свежих элементов может работать 3—4 часа с понижением вольтажа от 4,5 *в* до 3. От батареи идет шнур *7*, состоящий из двух изолированных проводов, заключенных в общую резиновую трубку. Концы проводников присоединены один к батарее, другой к пружине ламподержателя. Свободные наружные концы проводов заделаны к контактным пружинам грушевидной кнопки *8*, которая в данном приборе служит как ключ для замыкания цепи при сигнализации.

В. Принадлежности

Прибор Цейсса снабжается деревянной треногой такого же типа, как у аппарата СП-95. Тренога между ножками имеет крючки для подвешивания груза при установке ее на твердом грунте или при ветре. Для надевания прибора на треногу сбоку ящика прикреплена металлическая трубка с барашковым зажимом.

4. ПРИБОР ЦЕЙССА СП-250

А. Назначение прибора

Светосильный прибор с зеркалом диаметром 250 *мм* и электрической лампочкой предназначается для телеграфирования ночью и днем. Дальность действия при нормальном накале лампы и благоприятных атмосферных условиях днем до 15 *км*, ночью до 70 *км*.

Б. Устройство прибора

Фонарь прибора состоит из металлического корпуса с наглухо закрепленной задней стенкой и открывающейся передней дверкой (рис. 35).

Внутри фонаря помещается стеклянное параболическое зеркало диаметром 250 *мм*, имеющее в центре кружок, свободный от серебрения. Против этого пятнышка в задней стенке вставлена шаровая

линза *1* (рис. 35, фиг. *I*). Во время работы свет через несеребреную часть зеркала падает на линзу и дает отблеск на задней части прибора, что позволяет следить за работой прибора и за силой светового потока. В фокусе зеркала укреплен ламподержатель со сваповским патроном. Для точной наводки прибора на станцию приема служит монокуляр *М* с приспособленной к нему трипельпризмой *3* (рис. 34,

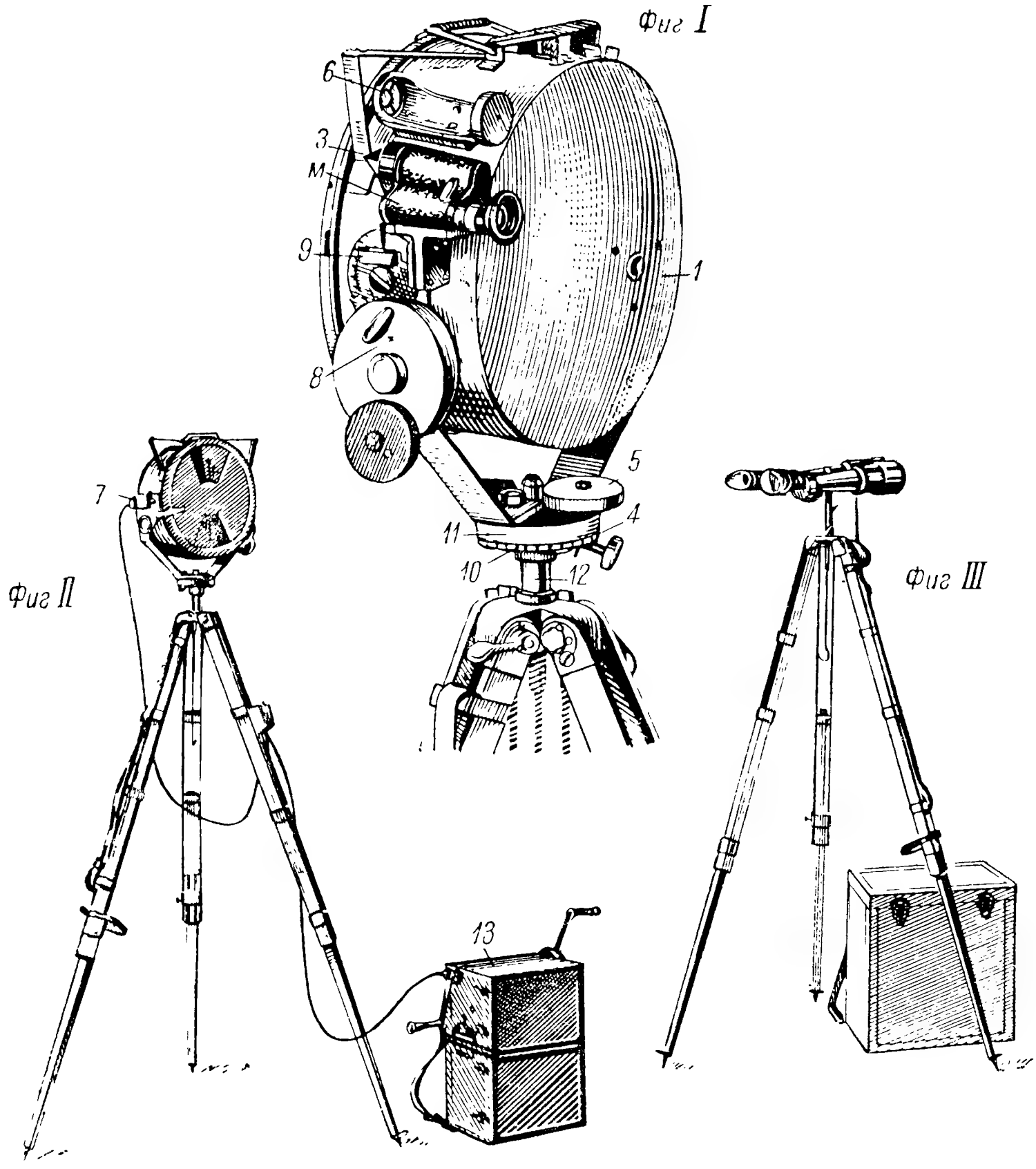


Рис. 35. Прибор Цейсса СП-250.

фиг. *I*). Одним краем эта призма заходит за край оправы фонаря, а другим располагается против объектива монокуляра. На конец призмы внутри прибора надевается оправа со светофильтрами.

Описанное приспособление трипельпризмы служит для того, чтобы изображение накаленной нити лампочки, видимое через монокуляр, на бесконечности по направлению светового луча фонаря точно наводить на другую станцию и тем самым направлять в эту же точку лучи, посылаемые прибором.

Фонарь подвешивается на опорную стойку *12*, укрепленную на верхнем диске поворотного механизма прибора. Этот механизм состоит из двух дисков: нижнего *4* и верхнего *11*. Под верхним диском укреплена поворотная шестерня *10*, в центре которой имеется трубка, вращающаяся вместе с шестерней. В боковом вырезе верхнего диска имеется малая шестерня, от которой выходит стержень с маховичком *5*, служащим для поворота аппарата по горизонту. С нижней стороны диск закрыт крышкой, а сбоку имеется указатель для отсчета делений по имеющейся шкале.

Трубка верхнего диска входит во втулку нижнего диска, который по окружности имеет 360 делений, совпадающих с делениями компаса. В приливе нижнего диска имеется винт, закрепляющий прибор на треноге.

Электрические лампочки для этого прибора применяются трех цветов: прозрачная, красная и зеленая. На ближних дистанциях обычно применяется лампочка красного цвета. Сила светового потока, отправляемого на другую станцию, регулируется передвижением специальной шторы на передней дверце фонаря. С помощью этой шторы можно открывать и закрывать большее или меньшее количество отверстий, имеющихся в дверце.

С наружной стороны на корпусе прибора имеются визирная труба-искатель *6* с двумя диоптрами, зрительная труба, монокуляр *M*, штепсельная вилка *7* (рис. 35, фиг. *II*) и механизм *8* для вертикальной наводки прибора с уровнем *9* и отсчетной шкалой.

Для проводки тока служит соединительный шнур, состоящий из двух перевитых изолированных проводов длиною около 2,5 *м*. На одном конце шнура имеется штепсельная вилка для включения в гнездо на ящике динамомашины *13*, на другом конце укреплена эбонитовая штепсельная колодка *7* с двумя гнездами для надевания ее на штепсельную вилку. На одном из проводников шнура находится ключ прибора.

Ключ представляет собой деревянную колодку, внутри которой укреплена контактная пластинка. Один конец провода присоединен к этой пластинке, а другой к кнопке ключа, которая замыкает и размыкает цепь прибора.

Источником тока, кроме упомянутой динамомашины, могут служить восемь соединенных последовательно аккумуляторов Юнгнера или 12 элементов типа КВ-3, соединенных смешано.

В. Работа прибора СП-250

Берут прибор за стойки *3* обеими руками и осторожно сажают его трубкой *12* на штырь треноги (рис. 35, фиг. *I*). Дверца фонаря при этом должна быть обращена в желаемом направлении. Установкой треноги придают прибору горизонтальное положение по уровню. Штепсельную колодку надевают на вилку *7* (фиг. *II*), после чего нажимают на контакт ключа, одновременно смотря в окуляр для убеждения, что электрическая цепь исправна. Становятся позади прибора и с помощью визирной трубки наводят прибор на ориентир.

Проверяют правильность наводки с помощью монокуляра и трипельпризмы. Для этого включают питание, отворяют дверку и дают позывной на другую станцию. Получив от нее ряд точек, закрывают дверку своего аппарата и, давая сигналы, смотрят в монокуляр. В монокуляре будет видна нить своей лампочки, которую, наводя прибор, совмещают с прибором второй станции.

Как подсобное средство при световой сигнализации применяется специальный бинокль 15× увеличения на треноге (фиг. *III*). Этот бинокль служит, главным образом, для отыскания места расположения станции, с которой устанавливается связь, для наблюдения за лучом передающей станции и для общего наблюдения за движением своих войск и войск противника.

5. ПОЛЕВОЙ ГЕЛИОГРАФ

А. Назначение прибора

Гелиограф предназначается для телеграфирования знаками азбуки Морзе при помощи отражения солнечных лучей от плоских зеркал и может применяться только в солнечный день. Телеграфирование прибором производится кодом и шифром (рис. 36).

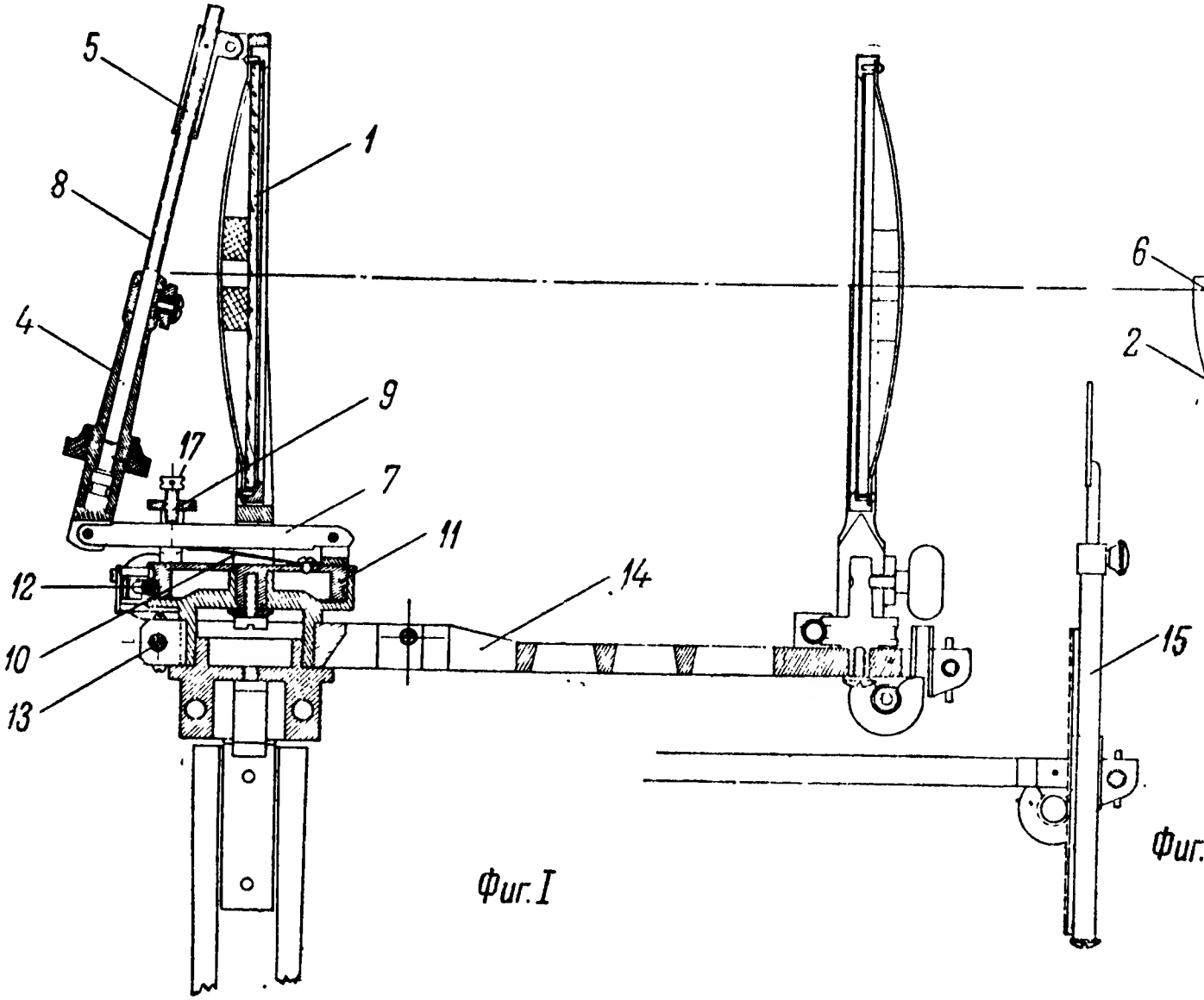
Принцип действия гелиографа заключается в том, что солнечные лучи, попадая в рабочее зеркало под некоторым углом падения, отражаются от него и, будучи направлены с помощью визира точно на приемную станцию, видны на ней в виде большой яркой звезды. Если передающая станция стоит спиной к солнцу, то для посылки лучей на другую станцию, кроме рабочего зеркала, устанавливается еще второе вспомогательное зеркало. При этом солнечные лучи, падая на рабочее зеркало, отражаются от него на вспомогательное зеркало и направляются на станцию, с которой устанавливается связь (рис. 36, фиг. *II*).

Б. Устройство прибора (фиг. *I*)

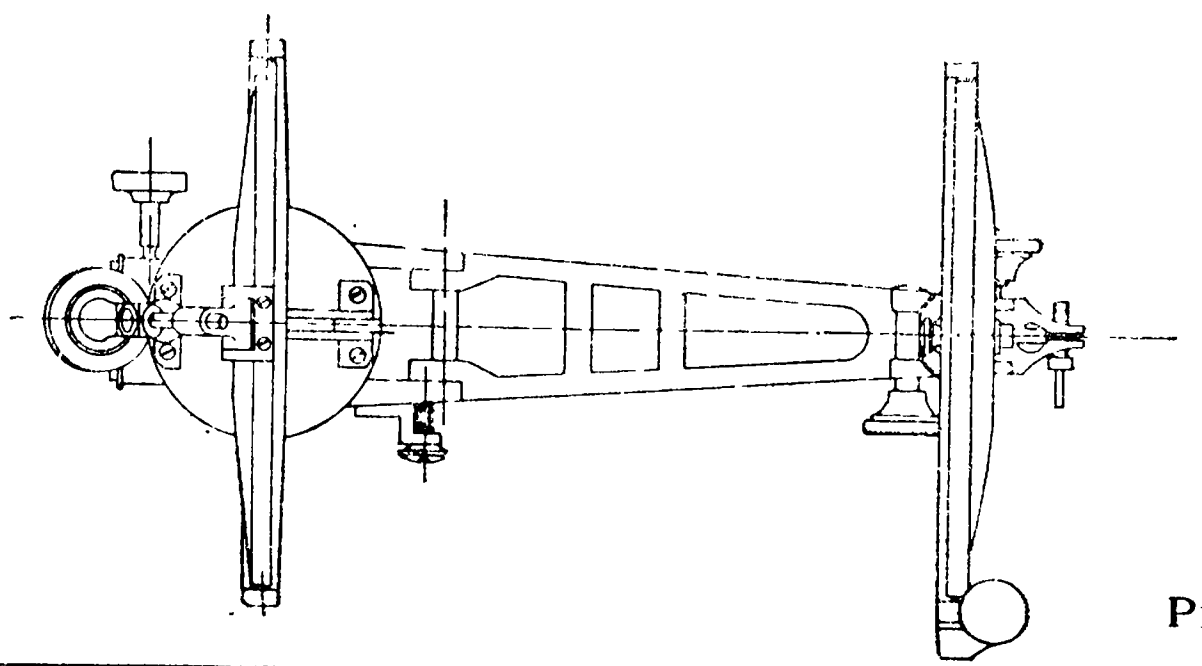
Полевой гелиограф состоит из пяти основных частей: 1) рабочего зеркала; 2) вспомогательного зеркала; 3) микрометренной коробки; 4) коленчатого визира-прицела и 5) треноги.

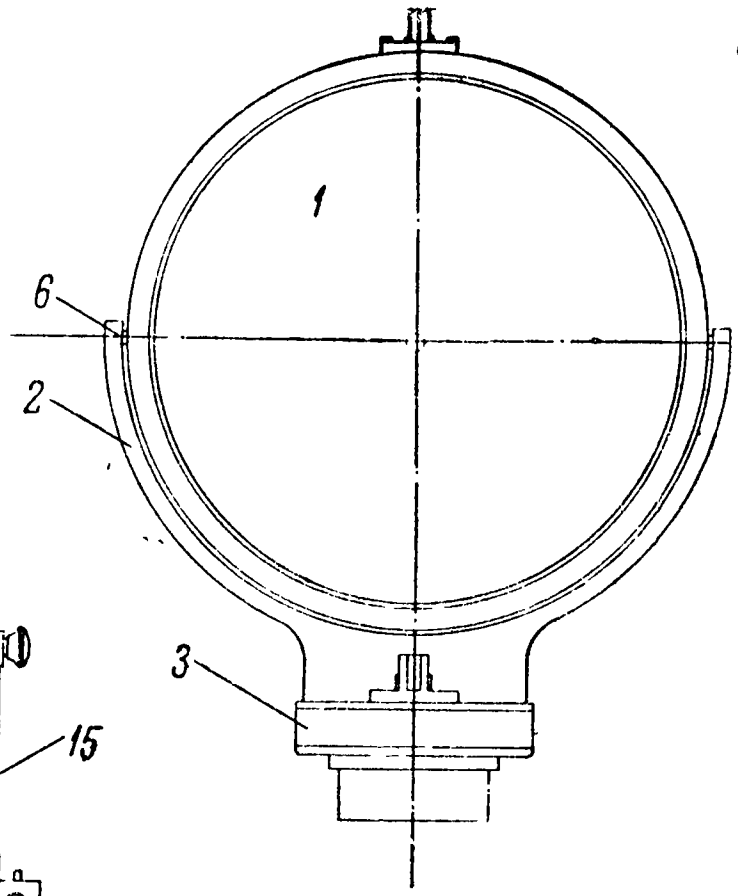
Рабочее зеркало состоит из зеркала *1*, подвешенного на двух дугообразных стойках *2*, укрепленных на крышке микрометренной коробки *3*; ключа *4*, укрепленного одним концом на крышке микрометренной коробки, а другим концом на ободе зеркала (рис. 36, фиг. *I* и *III*).

а) *Зеркало.* Зеркало *1* гелиографа плоское, круглой формы, сделано из стекла высшего качества и поверхность его должна представлять точную плоскость. Одна сторона зеркала покрыта серебряным слоем и для предохранения от стирания и осыпания омеднена и закреплена прочной краской. С задней стороны зеркало закрыто выпуклым латунным дном, прикрепленным к ободу шестью винтами.

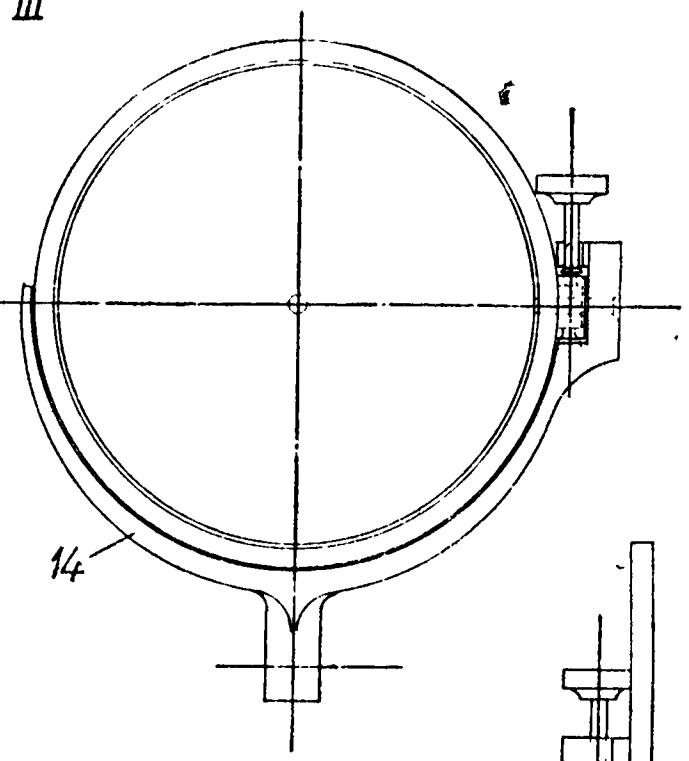


Фиг. I

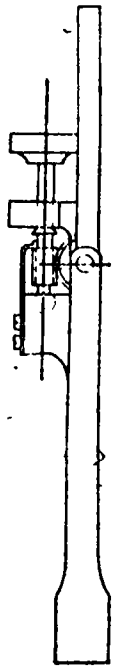




Фиг III



Фиг. IV



Фиг. II

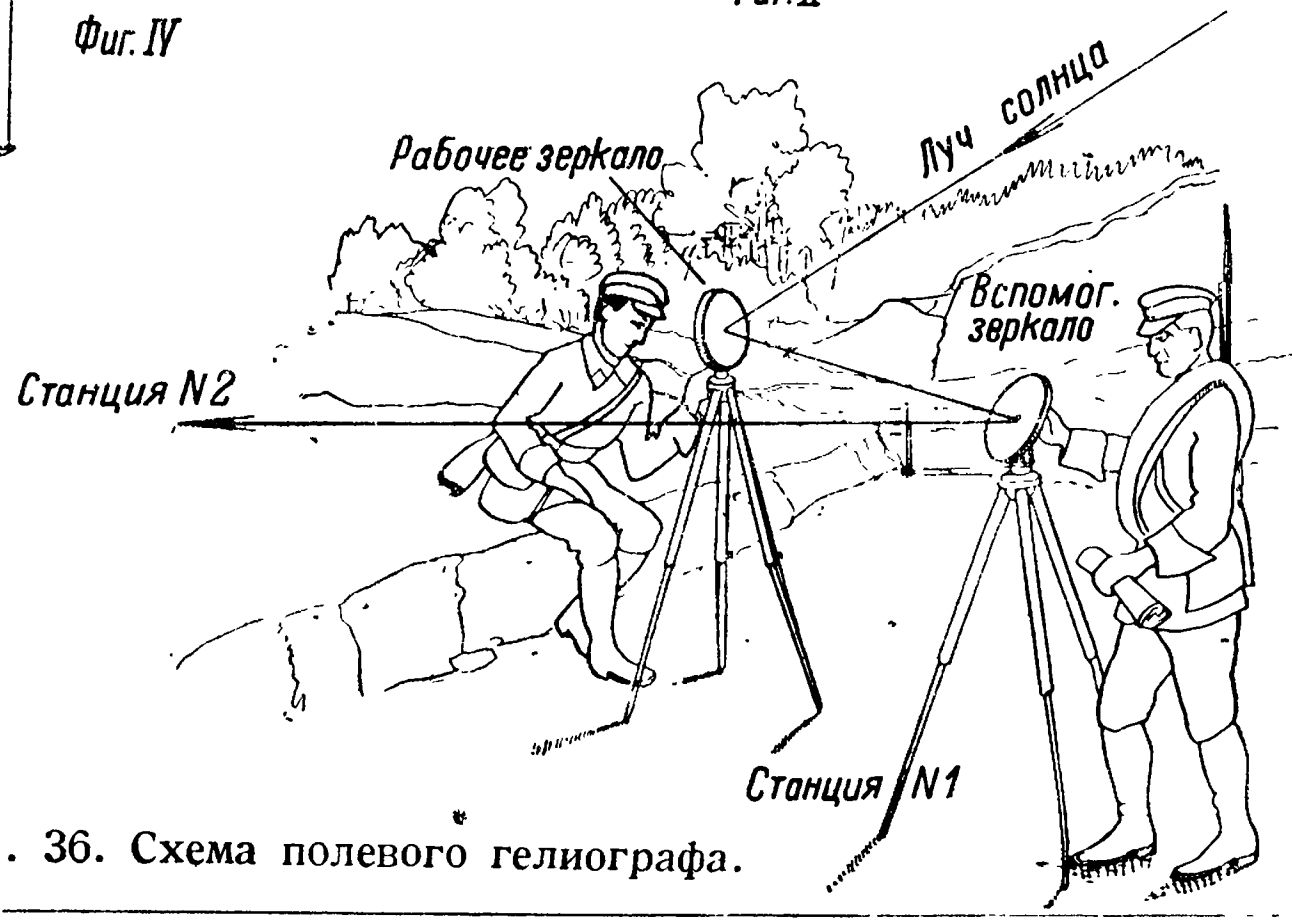


Рис. 36. Схема полевого гелиографа.

На центре зеркала оставлен несеребреным кружок, являющийся целиком рабочего зеркала.

На верхней части латунного обода укреплена шарнирная трубка *5*, имеющая навинтованное отверстие, в которое входит соединительный стержень *8* ключа. На боковых стенках обода укреплены штифты *6*, которыми зеркало подвешено на дугообразных стойках *2* и может наклоняться по отношению к горизонту (рис. 36, фиг. *I* и *III*).

б) *Дугообразные стойки*. Латунные стойки укрепляются на крышке микрометренной коробки нижними своими концами.

в) *Ключ рабочего зеркала*. Ключ состоит из двух колен: горизонтального *7* и вертикального *8*, соединенных шарнирно. Качание нижнего колена ограничивается упорным винтом *9* в скобе *17*. Пружиной *10* горизонтальное колено всегда прижато к упорному винту *9*. Вертикальное колено состоит из обоймы *4*, в которой вращается трубка *8* (рис. 36, фиг. *I*).

г) *Микрометренная коробка*. Микрометренная коробка *3* состоит из крышки, составляющей одно целое с червячной шестеренкой *11*, сцепленной с червяком *12*, укрепленным в корпусе *3* микрометрической коробки. Этот корпус имеет снизу трубчатую втулку с прорезью и зажимным винтом *13* для навинчивания на втулку треноги (фиг. *I* и *III*).

д) *Вспомогательное зеркало*. Вспомогательное зеркало, как и рабочее, имеет в центре несеребреный кружок — мушку — для точной наводки. При помощи бокового микрометрического винта зеркало может поворачиваться вокруг своей горизонтальной оси. В отличие от рабочего зеркала, вспомогательное не имеет ключа и микрометренной коробки. Укрепляется зеркало на кронштейне *14*, который в свою очередь надевается на нижнюю часть коробки и закрепляется зажимным винтом (рис. 36, фиг. *III—I*).

е) *Визир-прицел*. Визир-прицел *15* служит для точного наведения отраженных от рабочего зеркала солнечных лучей на станцию в стороне самого солнца (рис. 36, фиг. *IV*). Мушка прицела укрепляется на том же кронштейне, что и вспомогательное зеркало, причем во время работы прибора на кронштейне устанавливается либо прицел либо зеркало.

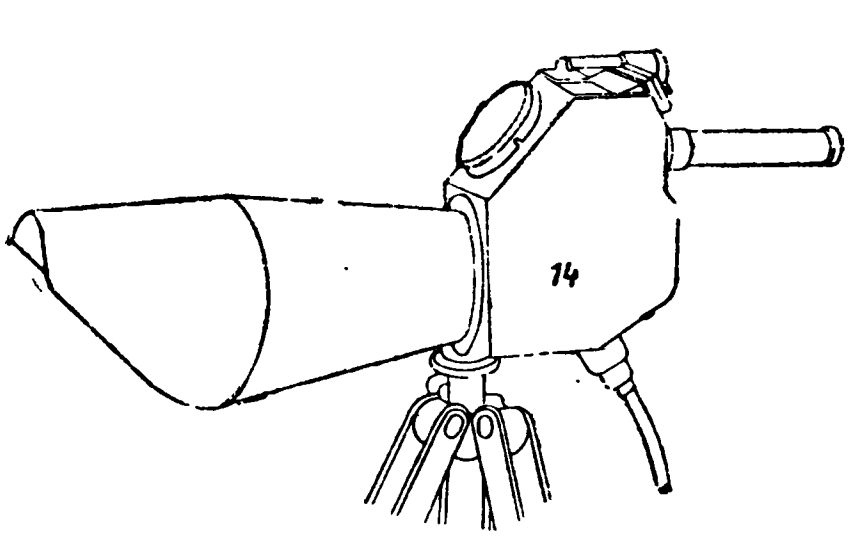
6. ОПТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕФОН

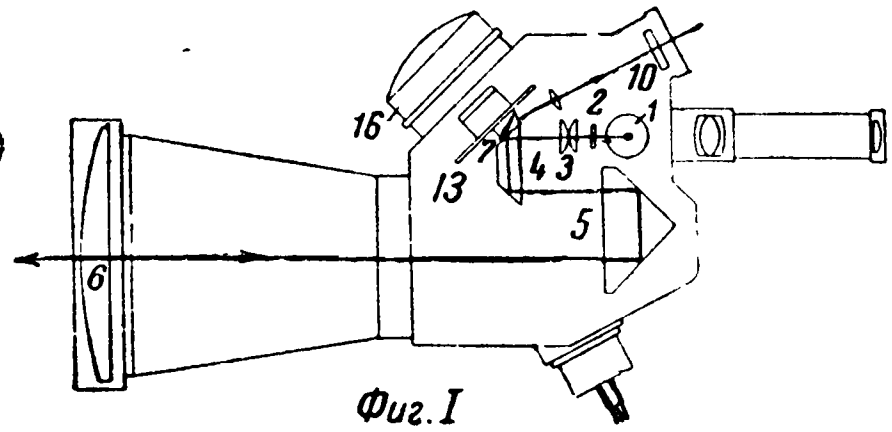
Оптический телефон предназначен для переговоров при помощи направленного пучка света. Кроме того, им могут передаваться и приниматься световые и звуковые знаки Морзе. Так как телефон во время действия точно наведен на контрстанцию, то неприятель не в состоянии подслушивать разговоры, тем более, что передача может производиться по включении светофильтров, пропускающих только невидимые инфракрасные лучи. В этих приборах также предусмотрена возможность присоединять их к полевой телефонной сети и этим устанавливать связь с более отдаленными пунктами (рис. 37).

Дальность действия прибора при ясной погоде при работе на передачу разговора — приблизительно 6 *км*;

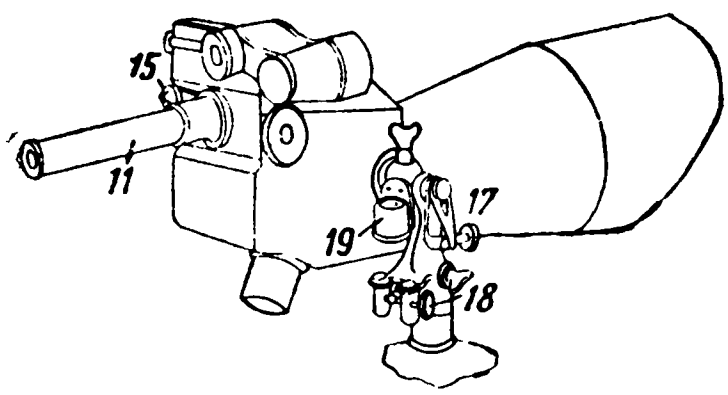
А. Работа прибора при передаче

Нить лампочки накаливания *1* изображается оптической системой *3* (конденсатором) в середине первой отражающей поверхности призмы *4* в натуральную величину. В той же плоскости находится и фокальная плоскость объектива *6*. Угол рассеивания, при данной величине нити накаливания в 1 × 1,5 *мм*, получается приблизительно 0,3°. С призмой *4* соприкасается призма *7*, прикрепленная к мембране электромагнитной системы. Эта система через усилитель соединяется с микрофоном (рис. 37, фиг. *I* и *II*).

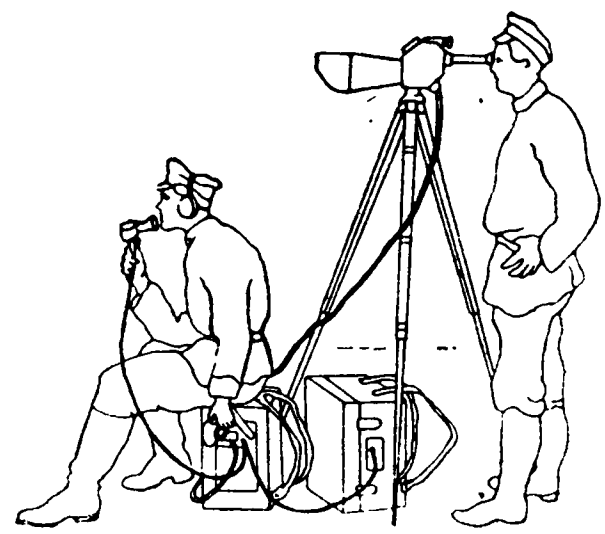




Фиг. I



Фиг. II



Фиг. III

Рис. 37. Схема оптического телефона.

Таким образом звуковые волны, возбуждаемые речью, попадают в микрофон и приводят в вибрацию мембрану *13*, а следовательно, и призму *7*. От этого изменяется сила прилипания (оптический контакт) призмы *7* к призме *4* и, следовательно, изменяется и сила отражения призмой *4*. Получается модуляция пучка света, излучаемого прибором, согласно частоте и характеру звуковых волн.

При передаче знаков Морзе усилитель и микрофон выключаются.

Б. Работа прибора при приеме (фиг. *I*)

Излучаемый оптическим телефоном свет от контрстанции поступает в направленный на него, но переключенный на прием оптический телефон главной станции. Свет проходит объективную линзу *6* и направляется призмой *5* на призму *4* к месту соприкосновения последней с малой призмой *7*. Так как в переключенном на прием приборе призма *7* беспрерывно прижимается электромагнитом вплот-

ную к призме *4*, то свет проходит через обе призмы и попадает на фотоэлемент *10*. Этот последний преобразовывает вибрацию света в вибрации электрические, которые после усиления поступают в телефонные трубки.

Световые знаки Морзе принимаются обычным способом, а именно: наблюдением контрстанции невооруженным глазом или через зрительную трубку для наводки (рис. 37, фиг. *I* и *II*).

В. Конструкция прибора (фиг. *II*)

Приемник-передатчик представляет собой алюминиевый корпус *14*, в котором помещены оптические части для приема и передачи, устройство для наводки, источник света, осциллятор, фотоэлемент. К корпусу прикреплена зрительная труба для наводки и пристроены механизмы для вертикальной и горизонтальной наводки на контрстанцию.

Для точной наводки пользуются оптической системой, служащей для передачи, с присоединением окуляра *11* и зеленого светофильтра. Светофильтр помещается во входном отверстии вставной окулярной трубки и выключается поворотом кольца. Это кольцо позволяет при установке *1* светофильтр включить в ход лучей, *2* — выключить, *3* — вход в трубу закрыть совсем.

При помощи рычага *15* (фиг. *II*) в путь лучей включается рассеивающая линза, которая увеличивает угол рассеивания излучаемого потока света и этим облегчает контрстанции найти главную, и наоборот.

Для регулирования расстояния между призмами *7* и *4* служит диференциальный винт, поворачиваемый барабанчиком *16* с делениями (фиг. *I*). Точность этой установки достигает долей микрона.

Для горизонтальной и вертикальной установок прибора служат установочные винты *17* и *18* (фиг. *II*). Для обеих установок имеются лимбы и зажимные винты. Прибор снабжен круглым уровнем *19*.

Г. Упаковка и переноска прибора

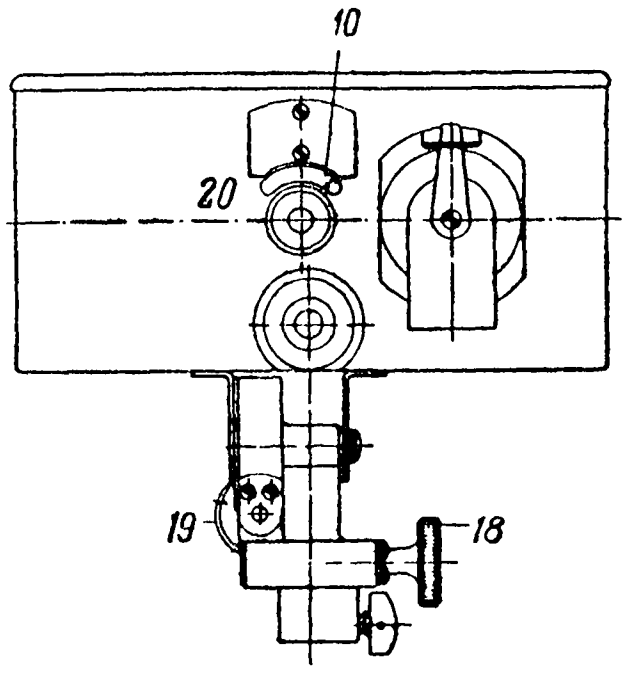
Упаковка и переноска прибора производится в ранце из фанеры. Тренога переносится в чехле с наплечным ремнем (рис. 37, фиг. *III*).

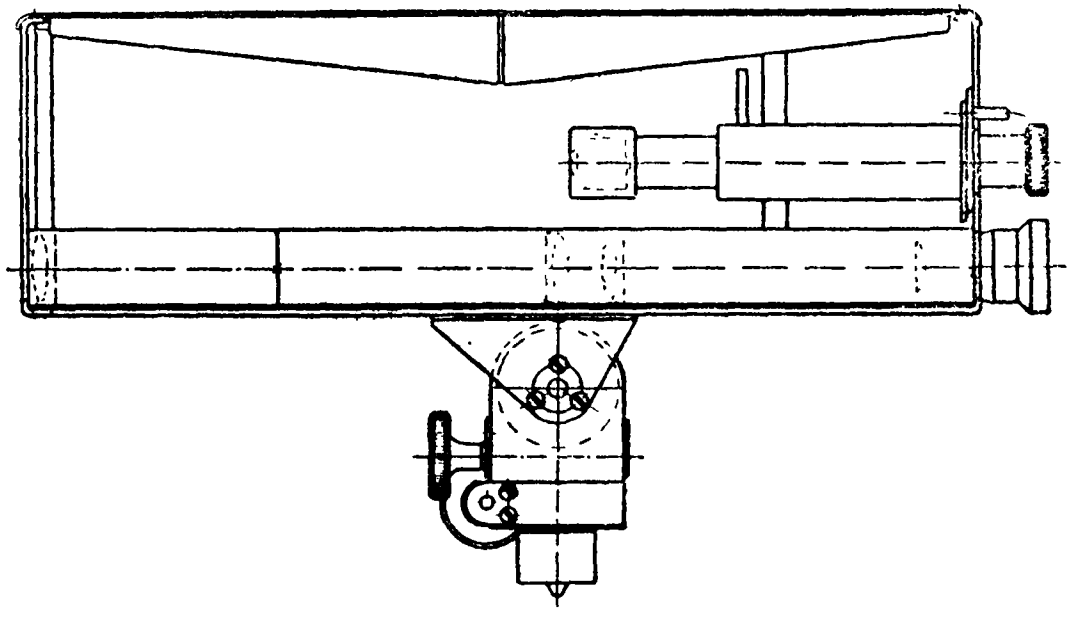
7. ВТОРОЙ ТИП ОПТИЧЕСКОГО ТЕЛЕФОНА

На рис. 38 изображен оптический телефон, соединяющий в одном приборе и приемный аппарат и отправительный.

Приводим основные детали оптического телефона второго типа:

1) лампочка накаливания 45 *в*;
2) обращающая система;
3) неподвижная призма осциллятора;
4) вибрирующая призма осциллятора;
5) объектив-передатчик;
6) обращающая призма окуляра;





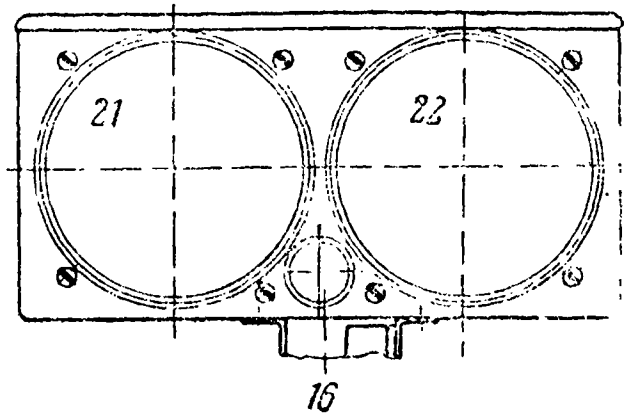


Рис. 38. Схема оптического телефона с приемным и отправительным аппаратом.

7) окуляр;
8) окулярная головка;
9) красные светофильтры и рассеивающая линза;
10) переключатель фильтров;
11) боковая выверка лампочки накаливания;
12) вертикальная выверка лампочки накаливания;
13) установочный валик осциллятора;
14) вывод кабелей;
15) объектив приемника;
16) свето-электрический элемент;
17) прицельная труба;
18) точная боковая наводка;
19) точная вертикальная наводка;
20) темнокрасный и светлокрасный светофильтры;
21) приемник;
22) передатчик.

Солодилов—26с—9

ГЛАВА I

СТРЕЛЬБА

1. НАЧАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ СНАРЯДА

Снаряд, вылетающий из орудия, или ружейная пуля, вылетающая из ствола винтовки, приобретают свою скорость благодаря давлению газов, развивающихся от горения взрывчатого вещества заряда, который толкает снаряд по каналу орудия с возрастающей скоростью. Величина этой скорости при вылете из дульной части орудия (начальная скорость) зависит:

а) от силы давления пороховых газов в канале орудия;

б) от продолжительности действия этого давления (длина канала орудия).

Последнее время как взрывчатое вещество применяют бездымный порох, который, благодаря относительно медленному горению, дает возможность делать длину канала орудия более длинной, чем раньше (от 40 до 60 калибров и выше), что, в свою очередь, может доводить начальную скорость до 1000 и более метров в секунду (3300 футов в секунду). При применяемых раньше черных и бурых порохах с большей скоростью горения орудия делались не длиннее 30 и 35 калибров, причем начальные скорости этих пушек не превосходили 500—600 *м/сек*. Величина наибольшего давления при стрельбе зависит от величины заряда; однако это давление нельзя увеличивать произвольно, а следует считаться с крепостью стенок пушки. Современная пушка, скрепленная кожухами или кольцами, может выдерживать давление до 3000 *am* и больше.

Работа пороховых газов, выталкивающих снаряд из канала орудия, равна произведению силы давления газов f на путь снаряда в канале s. По вылете из дула эта работа превращается в энергию движения снаряда (живая сила), которая выражается формулой:

$$\text{живая сила равна } \frac{mv^2}{2},$$

где m — масса снаряда,

v — скорость снаряда.

Таким образом мы можем написать уравнение:

$$fs = \frac{mv^2}{2} = \frac{pv^2}{2g},$$

где p — сила тяжести,

g — ускорение силы тяжести, 9,81 *м/сек²*.

Для численного примера возьмем 76-*мм* полковую пушку образца 1902 г., ее данные: вес снаряда — 6,5 *кг*; скорость 600 *м/сек*; длина пути, проходимая снарядом в канале,— 1,8 *м*. Подставив эти данные, получим: $f \approx 65\,000$ *кг*. Это средняя сила пороховых газов, действующих на снаряд. Чтобы выразить силу этого давления в атмосферах, делим величину 65 000 *кг* на площадь дна снаряда, которая равна 45 *см²*. Получаем 1444 *кг/см²* или атмосфер.

Но при выстреле давление газов распределяется примерно по кривой, изображенной на фиг. *I* (рис. 39). В начале выстрела это давление достигает в 76-*мм* пушке величины 2300 *ат*. В других орудиях это давление доходит до 3000 *ат*.

Для определения мощности выстрела 76-*мм* пушки рассуждаем так: при каждом выстреле эта пушка совершает полезную работу, равную

$$\frac{pv^2}{2g} = \frac{6{,}5 \cdot 600^2}{2 \cdot 9{,}81} \approx 112\,400 \text{ кг/м}.$$

Эта работа совершается в $^1/_{100}$ секунды (скорость выстрела). Чтобы выразить мощность 76-*мм* пушки в лошадиных силах, имеем:

$$\frac{112\,400 \cdot 100}{75} = 149\,000 \text{ л. с.}$$

Эта мощность в два с лишком раза превосходит мощность Волховстроя.

Так как в пушке при выстреле используется тепловая энергия взрывчатого вещества, то работу пушки можно сравнить с работой тепловой машины. Определим коэфициент полезного действия этой машины. Возьмем для примера опять 76-*мм* пушку, ее полезная работа $\frac{pv^2}{2g} = 112\,400$ *кг/м*, а полная работа, считая теплотворную способность пороха равной 900 калорий и механический эквивалент тепла равным 427, равна $0{,}88 \times 900 \times 427 = 338\,184$ *кг/м*, где 0,88 *кг* — вес взрывчатого вещества. Следовательно, коэфициент полезного действия пушки, как тепловой машины, будет: $\frac{112\,400}{338\,184} \approx$ $\approx 33\%$, что весьма близко к такому же показателю для двигателей внутреннего сгорания.

Чтобы материал орудийного ствола успешно противодействовал громадным давлениям, развиваемым при взрыве, этот ствол конструируется так, что на внутреннюю трубу в нагретом состоянии надевают ряд цилиндров, которые создают сжатие внутренних слоев металла, что при выстреле заставляет всю массу материала ствола работать более или менее равномерно на растяжение (рис. 39, фиг. *I*).

Чтобы при взрыве создать в канале ствола орудия совершенно замкнутое пространство, с задней части ствола (казенная часть) орудие закрывается поршневым или клиновым затвором.

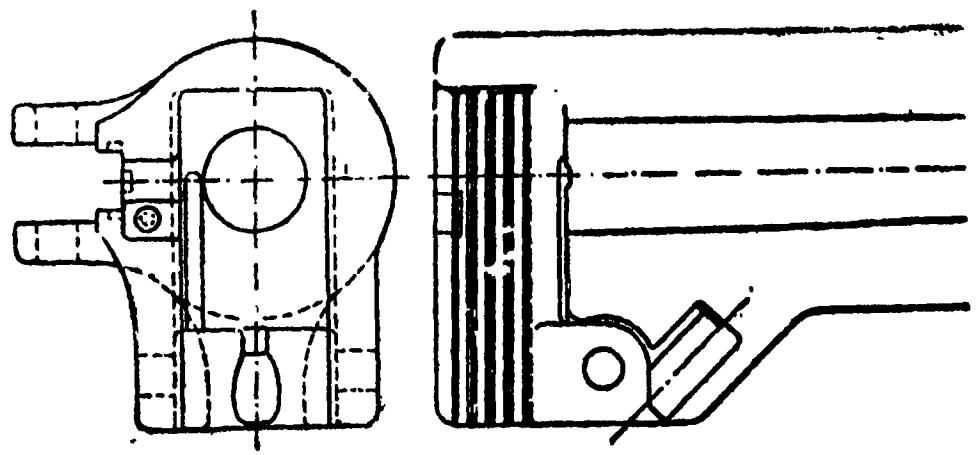


Рис. 41. Схема клинового затвора.

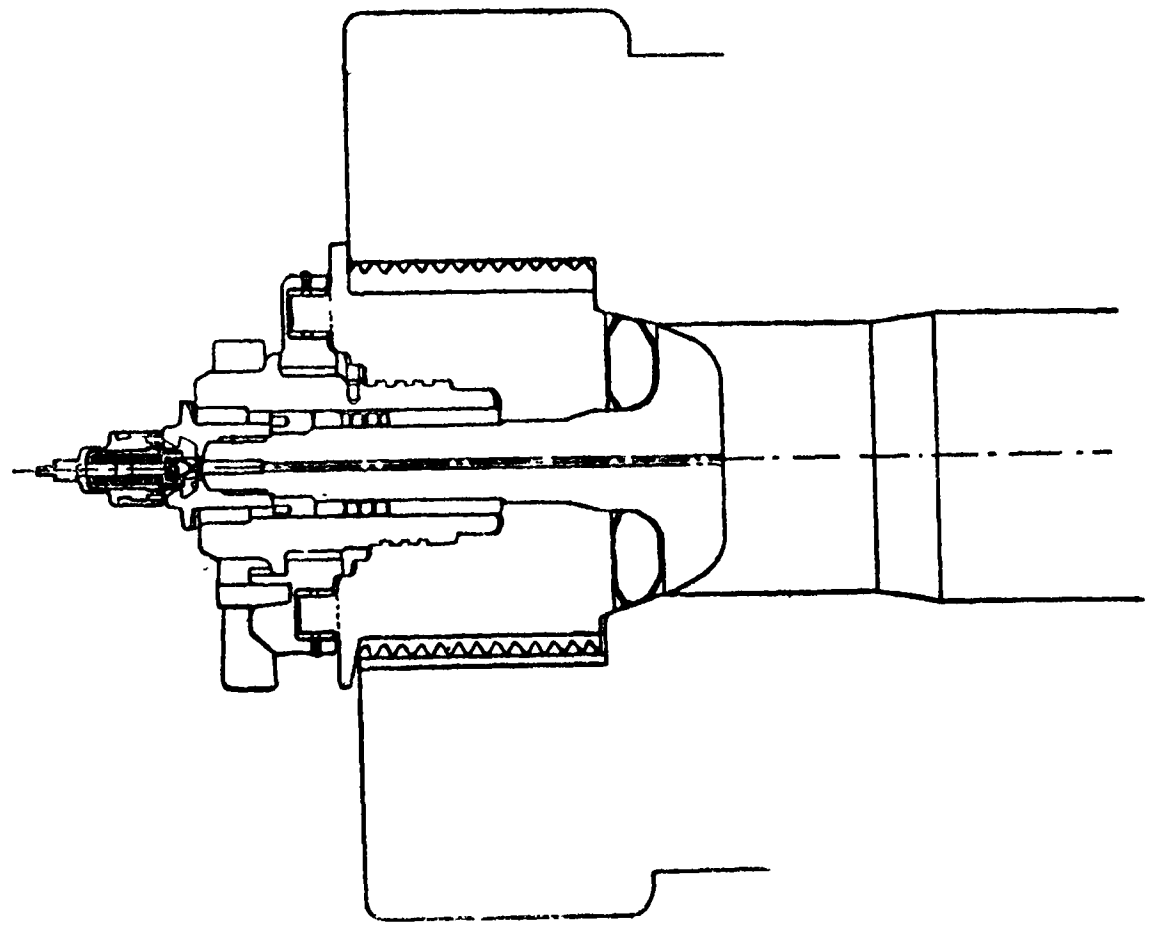


Рис. 40. Схема поршневого затвора.

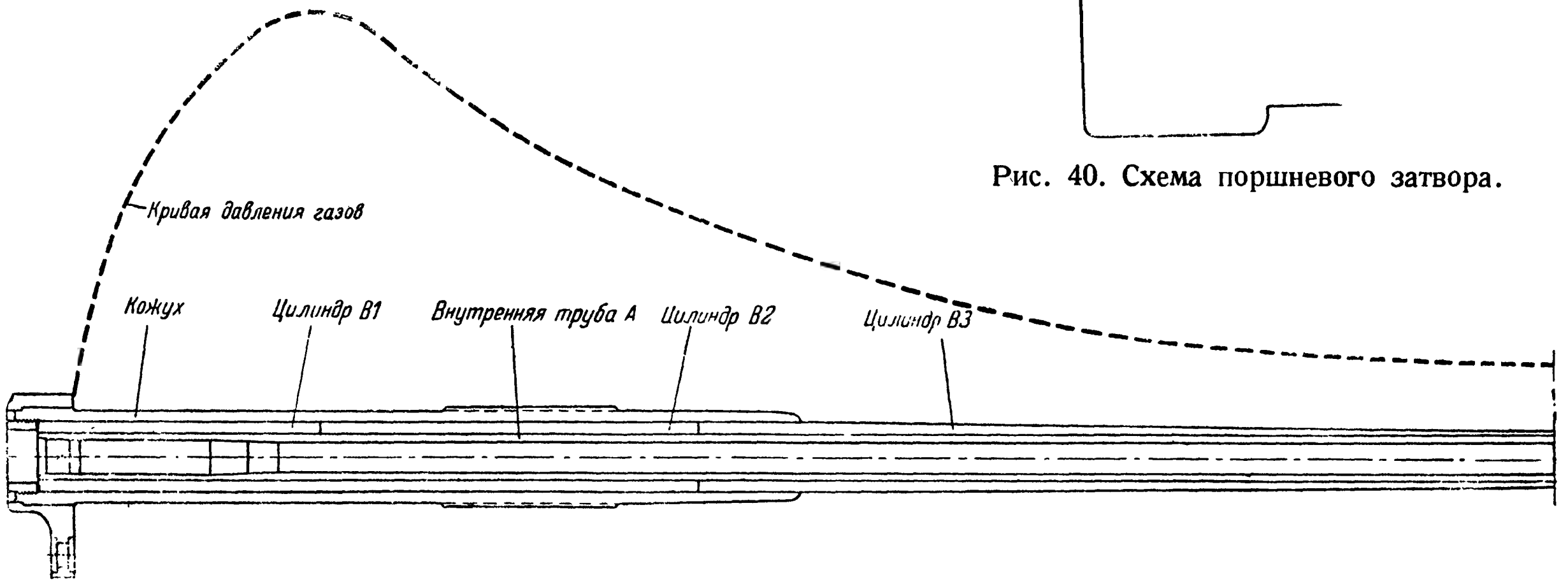


Рис. 39. Схема устройства ствола современного орудия.

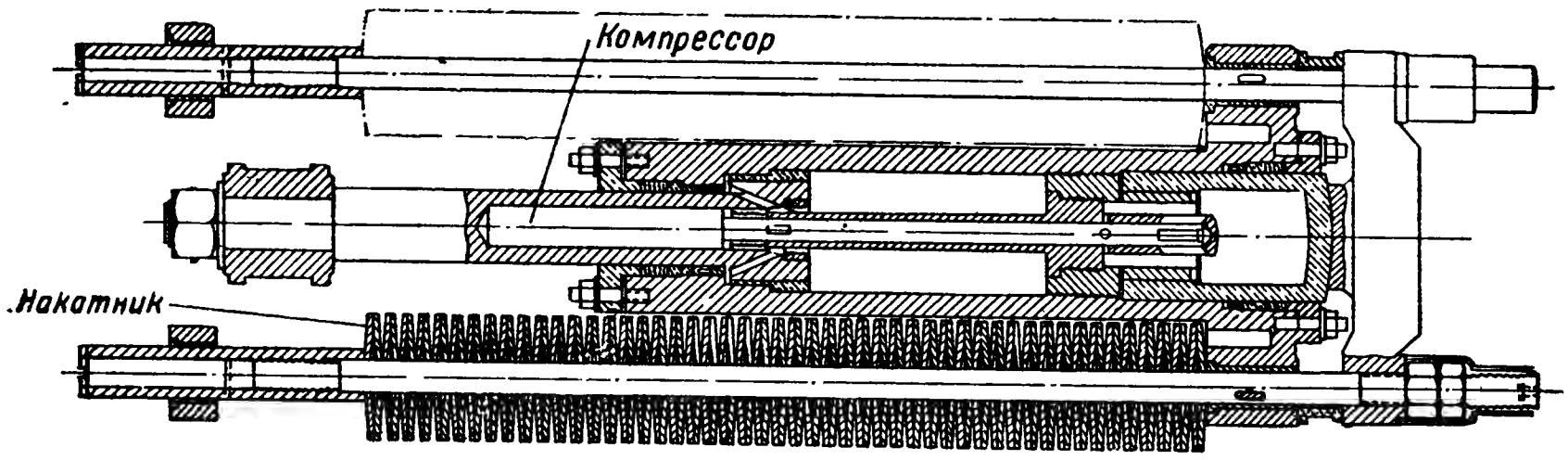


Рис. 42. Схема компрессора и накатника.

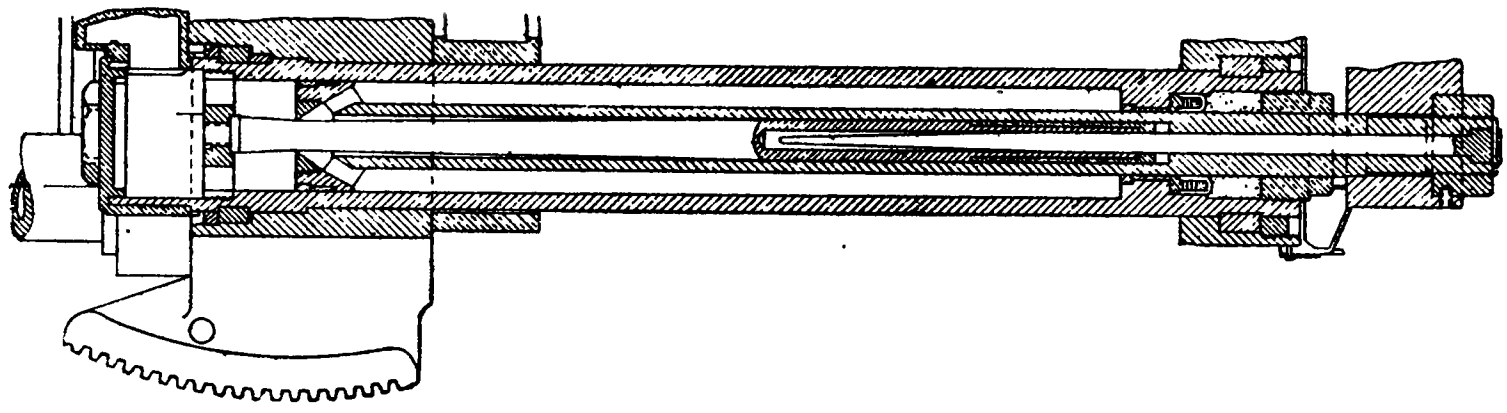


Рис. 43. Компрессор второго типа.

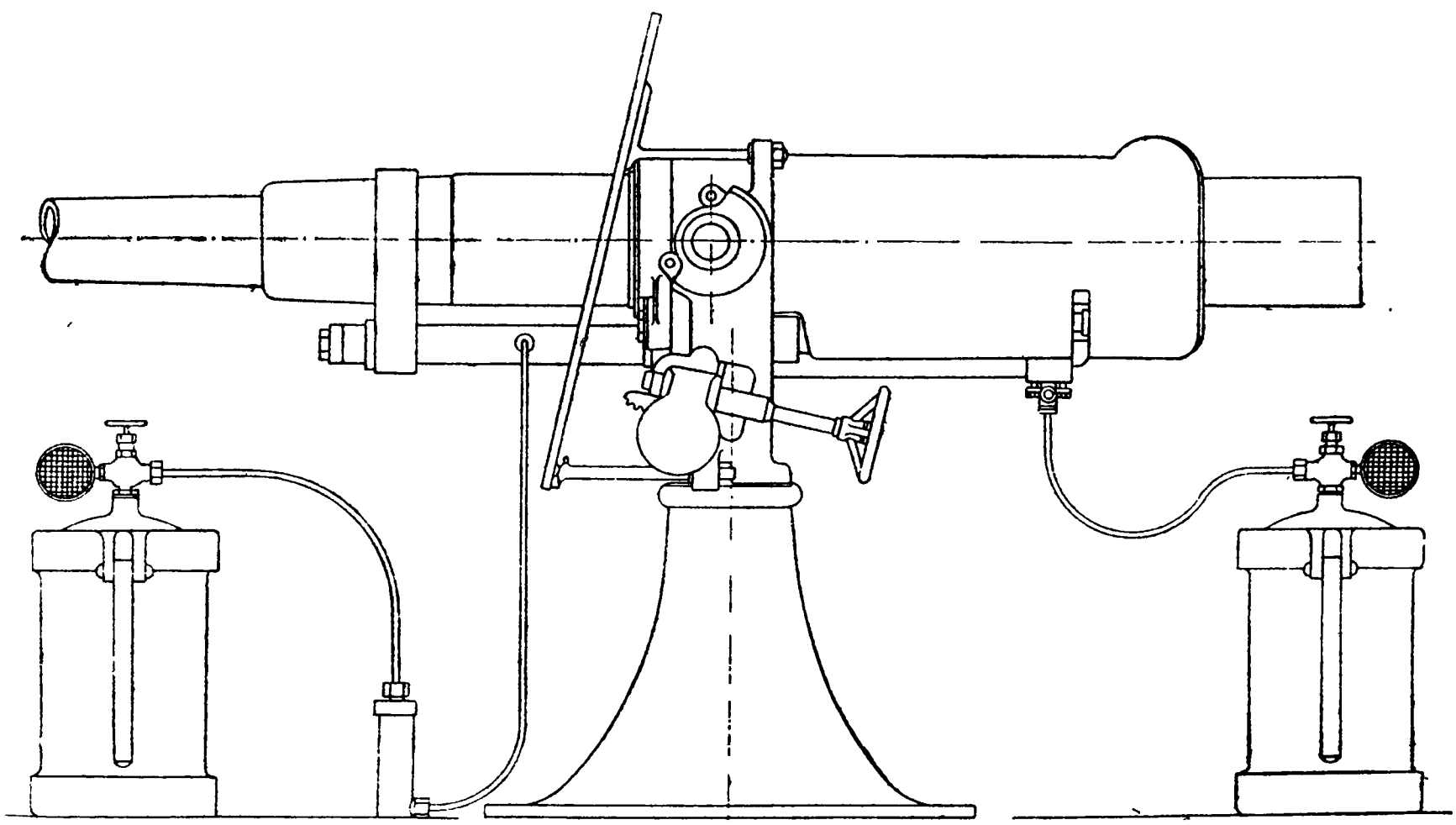


Рис. 44. Общий вид системы накатника, работающего сжатым воздухом.

Взрыв газов, толкая снаряд вдоль ствола, с такой же силой давит на замок, отбрасывая орудие назад. Эта сила отдачи должна чем-то компенсироваться в орудийной установке. В первую очередь эта сила идет на откат ствола орудия, сообщая ему некоторое ускорение. Далее, для поглощения энергии отката в орудийных установках имеются механизмы, называемые компрессором и накатником.

Чтобы сделать возможным откат ствола в орудийной установке, ствол помещается в специальный лоток (люльку), в котором он может после выстрела перемещаться на некоторую величину.

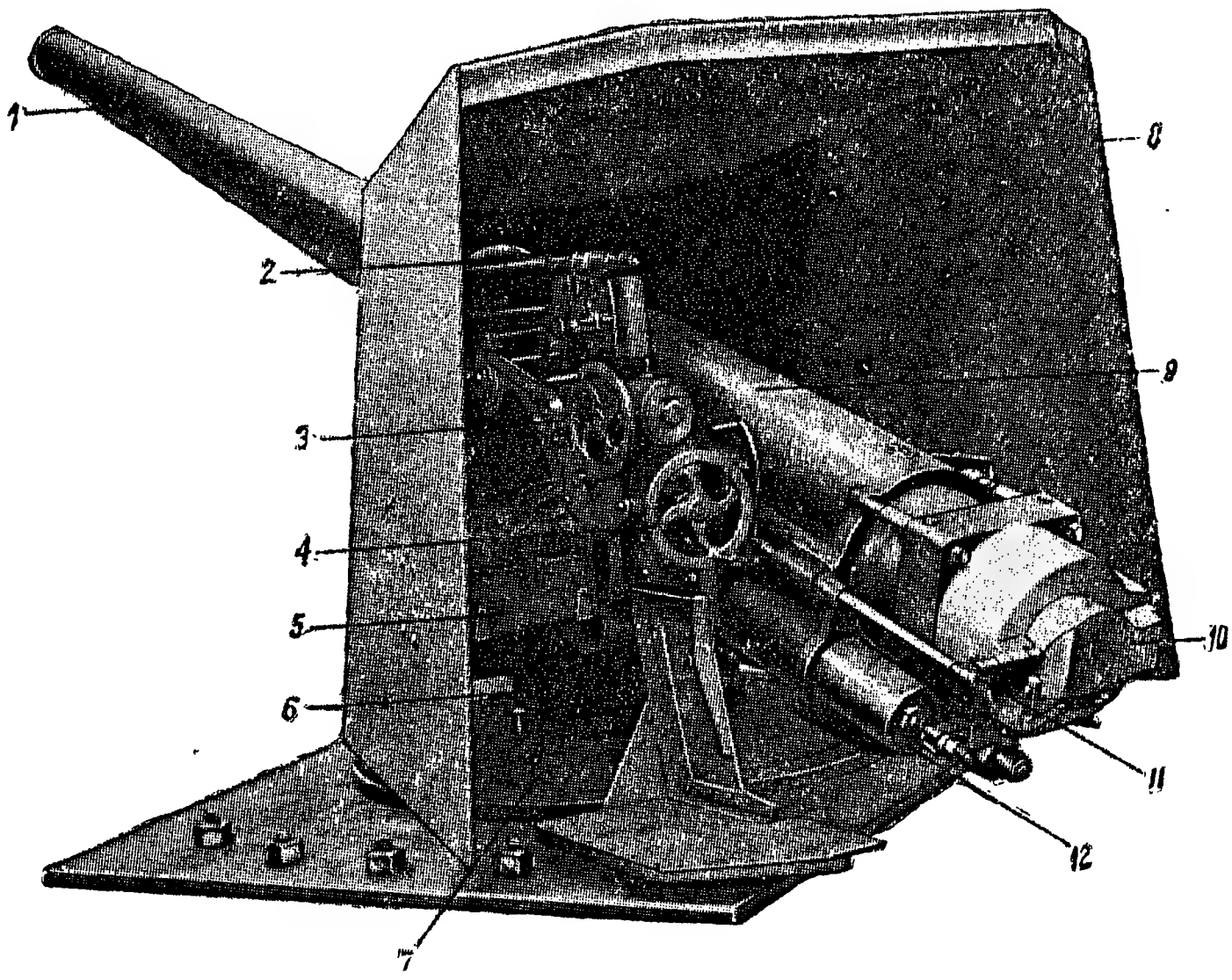


Рис. 45. Палубная установка 120-*мм* пушки: *1* — ствол орудия; *2*— прицел; *3*— вертикальная наводка; *4*— горизонтальная наводка; *5* — гальваническая батарея; *6* — вертлюг; *7* — штыровое основание; *8* — броневой щит; *9* — обойма; *10* — замок; *11* — стреляющее приспособление; *12* — накатник.

Таким образом типовая орудийная установка должна иметь следующие основные конструктивные элементы.

Ствол орудия, который в казенной части имеет кронштейн для присоединения к механизмам компрессора и накатника (рис. 42).

Люлька, в которой, как в направляющей, помещается ствол орудия; сама люлька имеет цапфы, с помощью которых она устанавливается на подцапфенниках вертлюга или поворотной рамы. При вертикальной наводке ствол орудия вместе с люлькой качаются вокруг оси цапф. Для облегчения этой наводки ось цапф в установке располагают так, чтобы она проходила через центр тяжести ствола орудия вместе с люлькой и механизмами, монтированными на люльке.

Компрессор (рис. 42) состоит из наполненного жидкостью цилиндра и находящегося в нем поршня со штоком. Цилиндр соединен с отка-

тывающейся частью станка, а поршень со штоком соединены с неподвижной частью, так что при выстреле цилиндр компрессора надвигается на неподвижный шток и жидкость в цилиндре переходит с одной стороны поршня на другую. Для этого в поршне имеются узкие отверстия, чтобы затруднить переход жидкости из одной полости цилиндра в другую. Величина отверстий рассчитана так, что сила отдачи постепенно поглощается на определенном протяжении длины отката.

Накатник служит для возвращения ствола орудия после выстрела в первоначальное положение. Для работы накатника пользуются или упругостью сжатых пружин, сжимаемых станком при откате (рис. 42), или упругостью сжатого воздуха (рис. 43, 44 и 45).

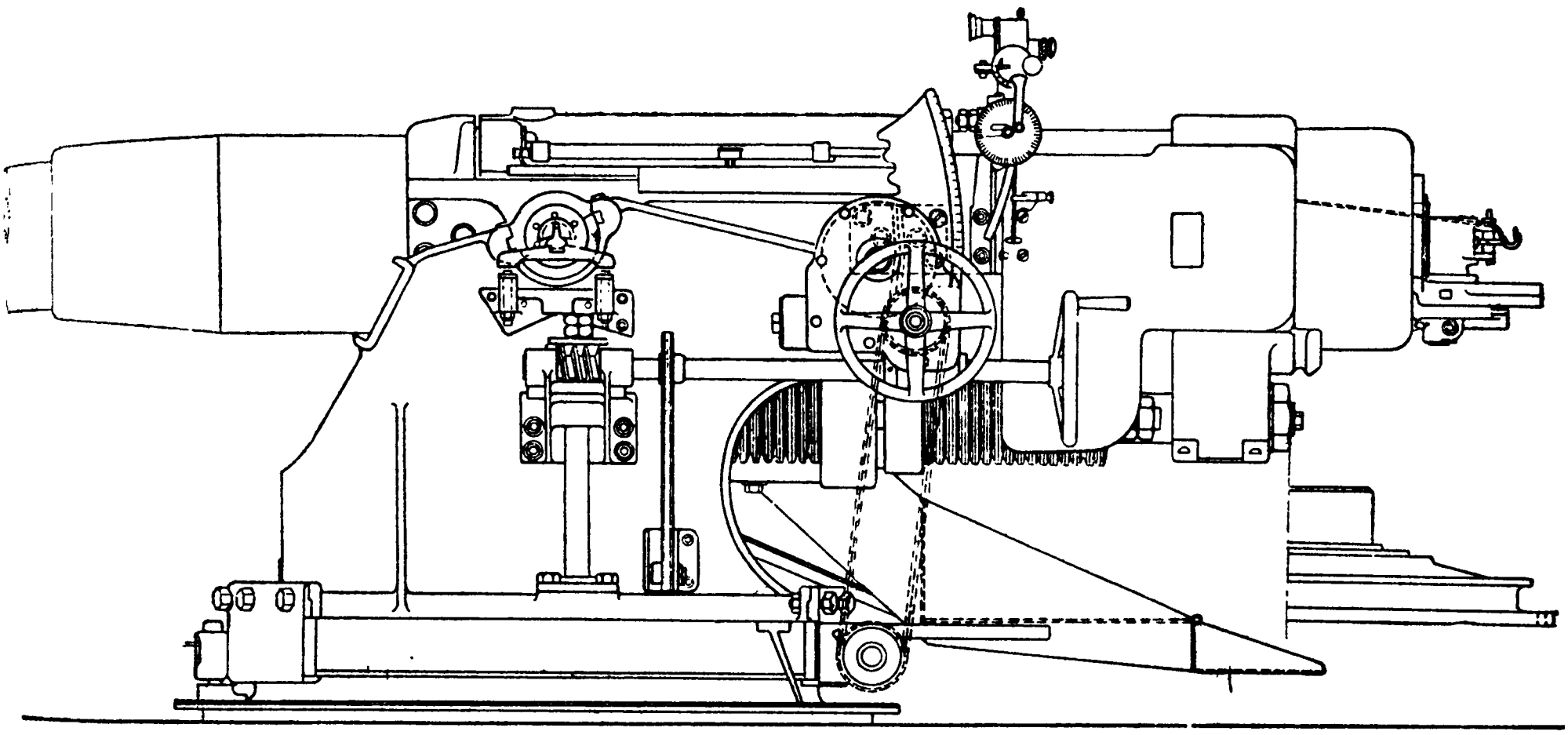


Рис. 46. Схема орудийной установки 120-*мм* пушки.

Вертлюг или поворотная рама служит для монтировки на нем с помощью цапф качающейся части установки. Вертлюг имеет штырь, вокруг вертикальной оси которого он может поворачиваться при горизонтальной наводке пушки.

Тумба или штыровое основание (рис. 46) представляет неподвижную часть орудийной установки, укрепляемую или на соответствующей площадке или на транспортерах.

Механизмы вертикальной и горизонтальной наводки монтированы на вертлюге.

2. НАПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТА СНАРЯДА

Направление полета снаряда в момент вылета из пушки совпадает с направлением оси канала орудия. Если бы на снаряд не действовала сила притяжения земли и если бы движение происходило в безвоздушном пространстве, то снаряд летел бы прямолинейно, равномерно по направлению, данному ему каналом орудия. Однако

сила притяжения действует на летящий снаряд, сообщает ему дополнительное ускорение от силы тяжести и тогда, под влиянием первоначальной скорости и ускорения от силы тяжести, направленного

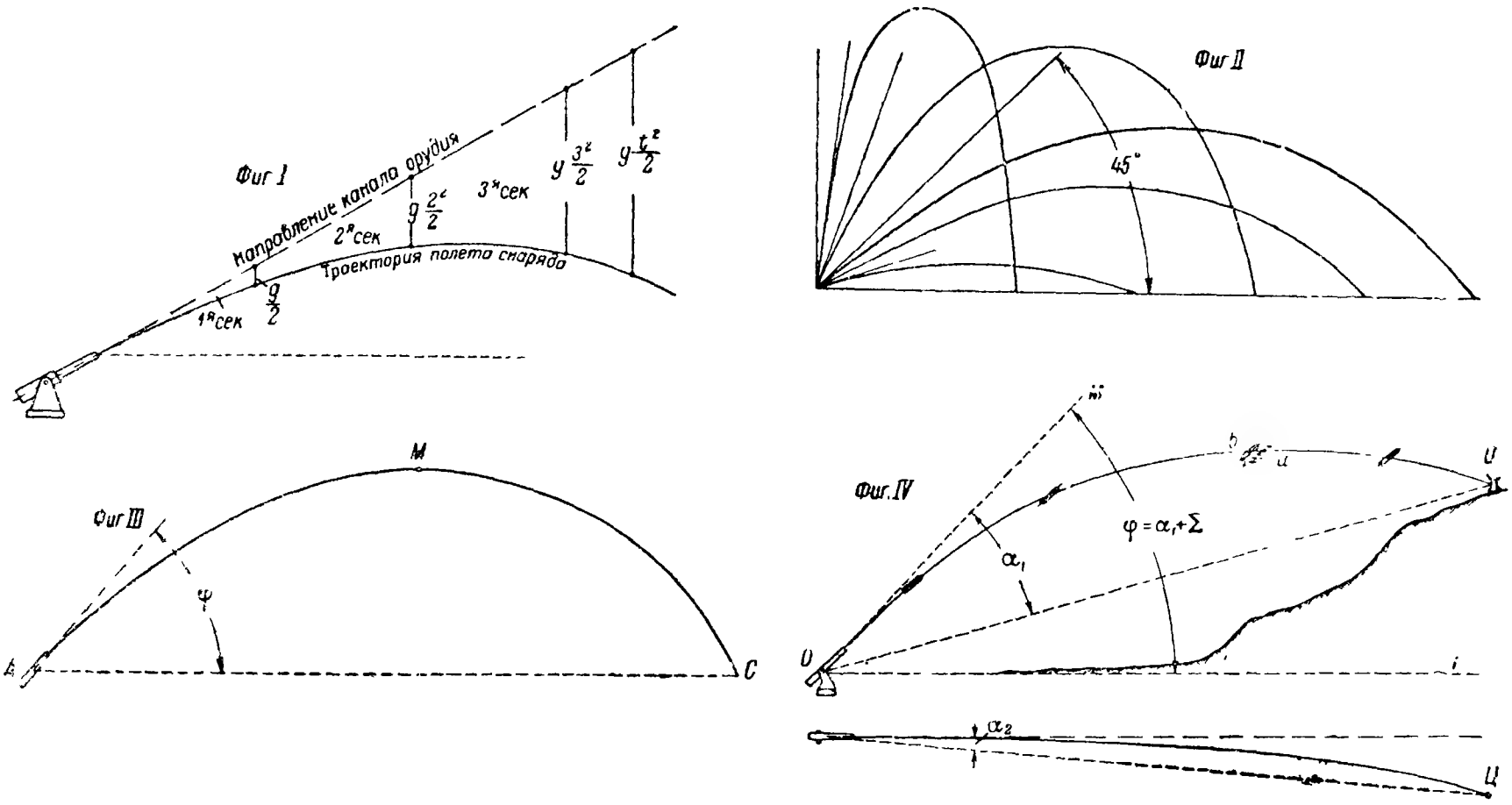


Рис. 47. План установки орудия.

вниз по вертикали, прямолинейный путь траектории снаряда постепенно переходит в криволинейный. Если бы это явление происходило в безвоздушном пространстве, то путь снаряда представлял бы точную параболу (рис. 47, фиг. *I*). При наличии воздуха, оказывающего дополнительное сопротивление снаряду, эта параболическая траектория немного отступает от параболы.

А. Дальность полета снаряда

На фиг. *II* (рис. 47) показано, каким образом изменяется траектория снаряда в зависимости от угла, под которым ось канала пушки установлена к горизонту. Если бы путь полета снаряда происходил точно по параболе, то, исходя из свойства этой кривой, нам было бы известно, что наибольшая дальность D получалась бы при угле α канала пушки с горизонтом, равным $\alpha = 45°$.

Б. Элементы траектории полета снаряда

Если измерить высоту различных точек траектории от горизонта, то оказывается, что сначала эти расстояния увеличиваются, а потом постепенно начинают уменьшаться. Точка M (рис. 47, фиг. *III*), где снаряд поднимается на наибольшую высоту, называется вершиной траектории; часть траектории от дула до вершины называется восходящею ветвью траектории; другая часть траектории, где снаряд постепенно начинает приближаться к горизонту, называется нисходящею ветвью. Нисходящая ветвь всегда получается круче восходя-

щей, потому что первоначальная скорость снаряда во время полета, под влиянием сопротивления воздуха, все больше и больше теряется.

Угол α, составляемый направлением канала пушки с горизонтом AC, называется у г л о м в о з в ы ш е н и я, а угол, под которым снаряд падает на местность, называется у г л о м п а д е н и я. Стрельба под углами возвышения, меньшими 45° (обыкновенно не больше 20), называется прицельной или настильной, а стрельба под углами больше 45° называется навесной.

Орудия для навесной стрельбы называются мортирами и гаубицами (рис. 48), для настильной стрельбы — пушками (рис. 44 и 45).

В. Д е р и в а ц и я с н а р я д о в

Выпущенный из канала орудия снаряд должен лететь правильно. Чтобы обеспечить ему эту правильность полета, снаряду сообщается быстрое вращательное движение вокруг его оси. Вращающийся снаряд летит в воздухе не кувыркаясь, ибо его ось, в силу жироскопического эффекта, остается устойчивой, описывая конусообразное движение около линии полета снаряда; но при этом снаряд получает постоянное отклонение от плоскости стрельбы в сторону своего вращения. Это происходит оттого, что сторона снаряда на криволинейной траектории полета, обращенная вперед, испытывает большее сопротивление воздуха, чем другая сторона, и потому снаряд как бы перекатывается по этой более уплотненной среде воздуха. Это отклонение снарядов вследствие их вращения называется деривацией (рис. 47, фиг. *IV*). Деривация наших пушек направлена в правую сторону, т. е. в сторону вращения нарезов в канале орудия.

ГЛАВА II

ПРИЦЕЛИВАНИЕ

1. НАВЕДЕНИЕ ПУШКИ

Для того, чтобы снаряд попал в цель, пушка должна быть наведена так, чтобы траектория полета снаряда прошла через эту цель (рис. 47, фиг. *IV*). Для этого нужно, чтобы пушке был придан надлежащий угол возвышения и взята поправка на деривацию. Наведение пушки называется прицеливанием, а приборы, с помощью которых наводится пушка, — прицелами.

Отвечая указанной цели, прицелы должны представлять собой угломерные приборы, по которым оси канала пушки придаются определенные углы в вертикальной и горизонтальной плоскости по отношению к направлению визирной линии на цель.

Пусть на фиг. *IV* (рис. 47) O — орудие, $Ц$ — цель, O—$Ц$ — визирная линия на цель, O—$Г$ — горизонт орудия. Угол $ЦОГ = \varepsilon$ называется углом места цели. Угол α_1 между визирной линией и осью канала орудия называется углом прицеливания. Сумма углов $d_1 + \varepsilon$ равна углу φ, который, как было уже упомянуто, называется углом возвышения.

На прицельное устройство выпадает задача так установить величину угла прицеливания α_1 на прицеле, чтобы при наводке визирной линии *О—Ц* прицела в точку цели ось канала орудия смотрела по линии *О—М*.

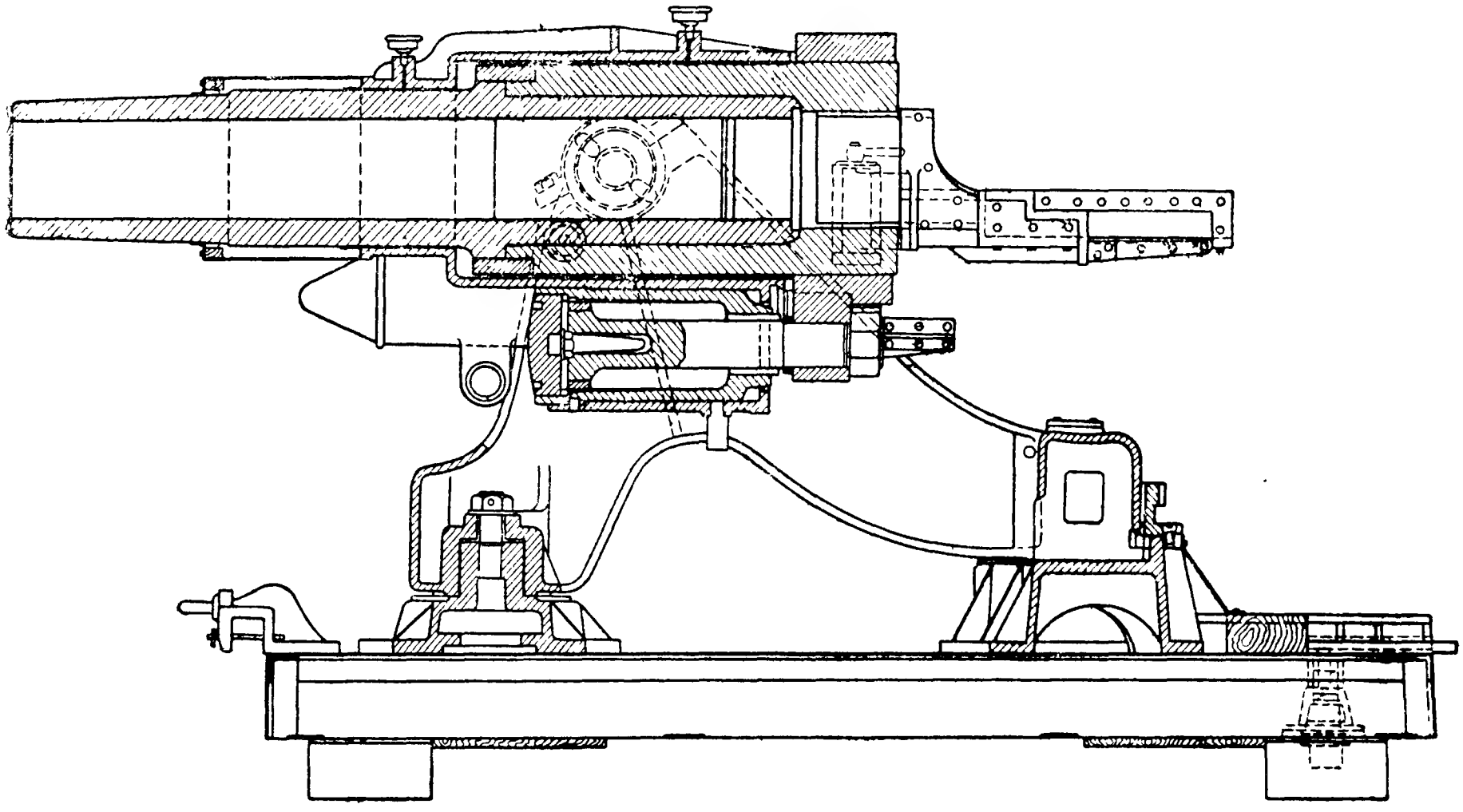


Рис. 48. Схема устройства мортиры.

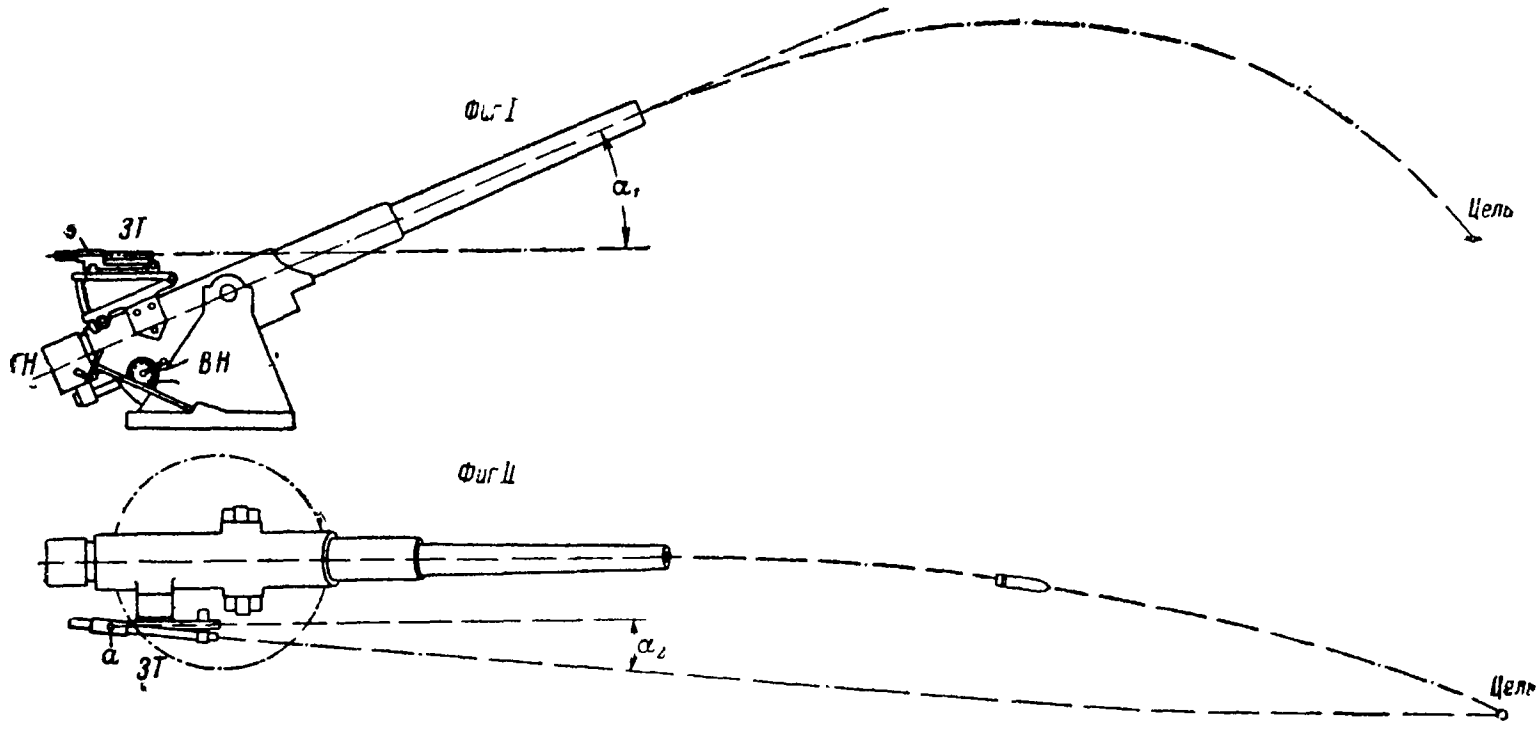


Рис. 49. Основы прицеливания.

Что касается введения поправки на деривацию, то из фиг. *IV* (рис. 47) видно, что в горизонтальной плоскости канал *р* орудия должен быть установлен под углом α_2 боковой поправки к визирной линии.

Установка пушки по углу возвышения называется вертикальной наводкой, а установка угла в горизонтальной плоскости — горизонтальной или боковой наводкой (рис. 49).

Эти две наводки орудия — горизонтальную и вертикальную — можно производить слитно (при направлении визирной линии на цель) или раздельно (при установке орудия по углу в вертикальной плоскости с помощью уровня). Эти способы наводки носят названия: первая — слитной или нераздельной наводки, вторая — раздельной наводки. Оба способа наводки бывают прямыми и непрямыми, т. е., когда глаз наводчика видит цель, — прямая наводка, когда глаз не видит цель или, если и видит, но направляет плоскость наводки в особо выбранную точку наводки,— непрямая наводка.

2. ПРЯМАЯ И НЕПРЯМАЯ НАВОДКИ

На рис. 50 показаны схемы прямой и непрямой наводок в пространственной прямоугольной координатной системе *XOYZ*, в которой отмечены все необходимые при наводке элементы.

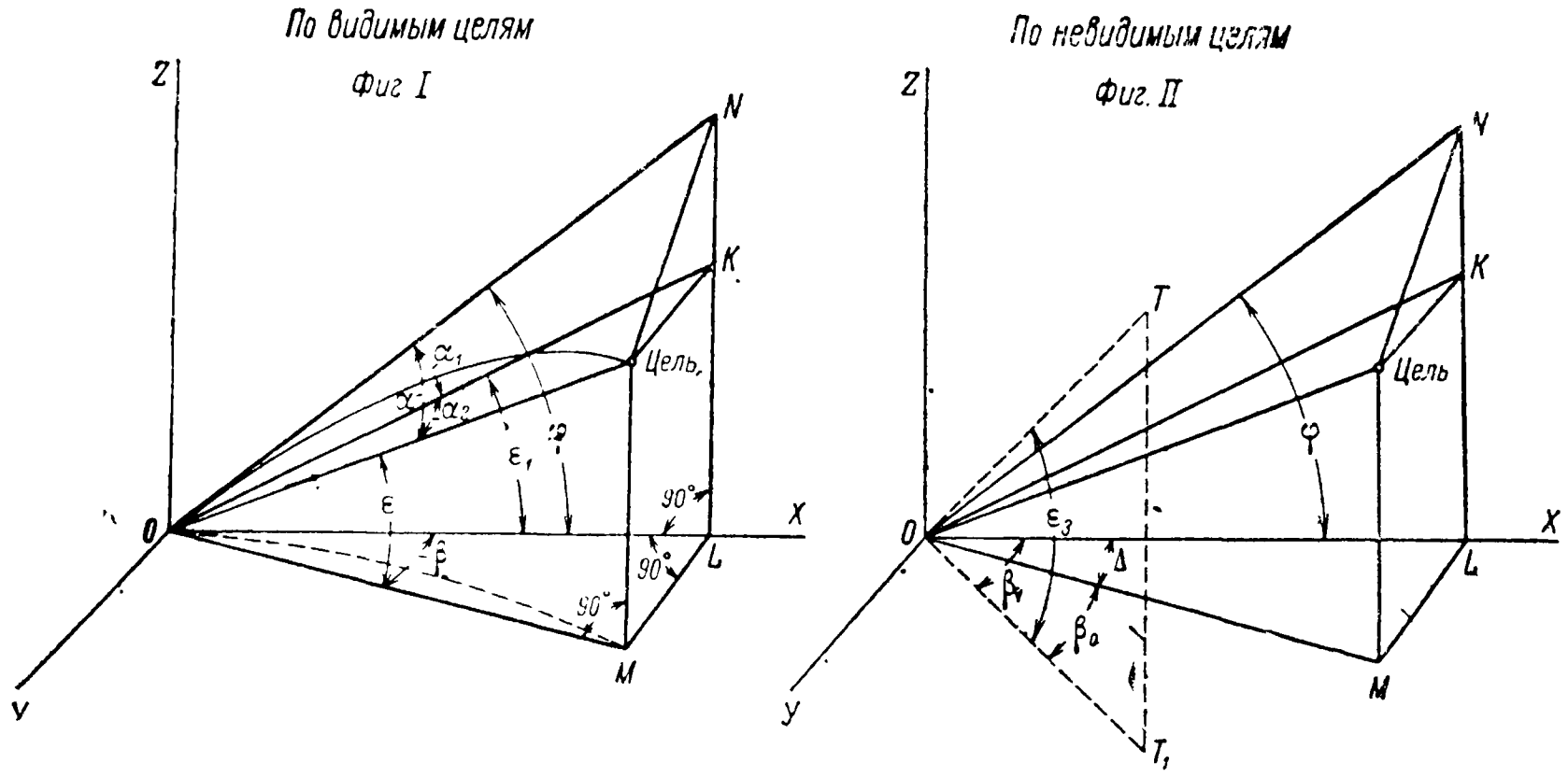


Рис. 50. Схема прицеливания: *I* — при прямой наводке, *II* — при непрямой наводке.

А. Прямая наводка (фиг. *I*)

O — точка стояния орудия;

XOY — горизонт орудия — горизонтальная плоскость, проходящая через точку стояния орудия;

ON — линия возвышения, с которой должна совпадать ось канала орудия в требуемом для поражения цели положении;

φ — угол возвышения, образованный линией возвышения *ON* с горизонтом;

XOZ — вертикальная плоскость, проходящая через линию возвышения (плоскость стрельбы);

ε — угол места цели, образованный линией цели *ОЦ* и горизонтом орудия;

Ц — точка пространства, когда пренебрегают размерами последней;

ОЦ — линия цели — прямая, соединяющая точку стояния орудия с целью;

ОЦМ — плоскость цели — вертикальная плоскость, проходящая через линию цели;

$\alpha = ОЦN$ — угол прицеливания, составленный линией возвышения и линией цели. Этот угол лежит в наклонной плоскости.

В большинстве случаев прицелу придают такое устройство, при котором прицельный угол α откладывается как проекция этого угла на вертикальную плоскость *ONK* (угол α_1) и на плоскость *ОКЦ* (угол α_2).

KON — угол α_1, называется первым углом прицеливания;

ЦОК — угол α_2, называется вторым углом прицеливания или углом боковой поправки.

Б. Непрямая наводка (фиг. *II*)

В этом случае, помимо перечисленных элементов, в рассмотрение войдут еще следующие:

Т — точка наводки — вспомогательная точка на местности, взаимное расположение которой относительно цели и точки стояния орудия известно;

ОТ — линия точки наводки — прямая, соединяющая точку стояния орудия с точкой наводки;

$ОТТ_1$ — плоскость наводки — вертикальная плоскость, проходящая через линию наводки;

β — угол наводки — угол, образованный плоскостью стрельбы и плоскостью наводки;

ε — угол места точки наводки — угол, образованный линией точки наводки с горизонтом орудия.

Угол β_1 при непрямой наводке слагается из двух углов: угла Δ— проекции угла прицеливания α на горизонт и угла β_0, образованного плоскостью цели и плоскостью наводки.

Угол возвышения φ при непрямой наводке может быть построен или непосредственно или как сумма углов $\varphi = \alpha_1 + \varepsilon_1$ (фиг. *I*). Этот угол на прицельном устройстве устанавливается по продольному уровню или уровню квадранта.

Таким образом весь процесс наводки в этом случае производится в следующем порядке:

1) при пользовании механизмом продольного уровня строится угол возвышения φ непосредственно или как сумма углов α_1 и ε_1;

2) в горизонтальной плоскости строится угол β при условии стояния орудия на горизонтальной площадке;

3) производится наводка на точку *Т* по вертикальной нити визирного приспособления (панорама).

В современной военной практике наиболее часто применяется непрямая, раздельная наводка, так как в большинстве случаев стрельба производится из невидимых для неприятеля позиций или по быстро двигающимся целям.

3. ОСНОВА УСТРОЙСТВА ПРИЦЕЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Для установки на прицелах величины упомянутых углов α_1 прицеливания и α_2 поправки на деривацию имеются соответствующие угломерные шкалы, нанесенные на дисках, барабанах и стеблях. Деления на шкалах вертикальных отсчетов наносятся в тысячных дистанции ($^1/_{1000} = 3{,}6'$) или прямо в дальностях (в километрах, гектометрах, саженях, кабельтовых). Деления на шкалах поправок в горизонтальной плоскости или в наклонной плоскости стрельбы (поправка на деривацию) наносятся обыкновенно в тысячных дистанции.

Данные для нанесения шкал углов прицеливания и боковых поправок берут из соответствующих таблиц стрельбы для определенного типа орудийной установки. В таблицах стрельбы имеются все необходимые сведения для установки прицела: там указано, на сколько делений нужно поставить прицел для каждой дальности, на сколько отклонить целик для уничтожения деривации, сколько секунд летит снаряд, какие надо брать поправки на ветер, на скорость цели и т. д.

Каждое прицельное устройство с конструктивной точки зрения можно разделить на следующие основные элементы:

а) визирное устройство для точной наводки пушки на цель;

б) угломерное устройство для установки на прицеле углов прицеливания и боковых поправок;

в) шкалы углов прицеливания и боковых поправок;

г) приспособления для крепления прицела на орудийной установке;

д) механизмы для передачи на прицел от пушки углов местности;

е) приспособления для выверки прицела на станке.

Отвечая различным типам вооружения армии и флота, прицельные устройства можно разделить на следующие группы:

I) прицелы для стрелкового оружия; тип — оптический прицел для винтовки;

II) прицелы для пулеметов и малокалиберной скорострельной артиллерии; тип — прицел ПП-1, прицел Цейсса;

III) прицелы для полевой артиллерии; тип — панорамный прицел для полковой пушки образца 1930 г.;

IV) прицелы для крупнокалиберной морской и береговой артиллерии: тип — прицел Виккерса, перископический панорамный прицел для башенных установок;

V) прицелы вооружения танков; тип — танковый телескопический прицел, танковый панорамный прицел.

Как уже ранее было сказано, главные ошибки наводки происходят от наклона оси цапф орудийных установок.

Перед производством выстрела, независимо от того, как стоит орудие по отношению к цели, производят на прицеле установку углов α_1 и α_2, потом, с помощью горизонтальной и вертикальной наводки самой орудийной установки, визирную линию прицела наводят на цель, а каналу пушки при этом дают нужные углы прицеливания α_1 и α_2 по отношению к прицельной линии.

Но правильно по отношению к цели канал пушки расположится тогда, когда вся орудийная установка стоит на горизонтальной площадке, что проверяется по квадранту с уровнем, поставленному на соответствующей площадке на корпусе ствола орудия.

4: ОШИБКИ ОТ НАКЛОНА ОСИ ЦАПФ

Если требуется быстро начинать стрельбу по выезде на позицию и не имеется свободного времени для приведения установки в строго горизонтальное положение, то стрельбу производят при наклонном к горизонту положении оси цапф, а происходящие при этом ошибки в углах α_1 и ω учитывают по соответствующим таблицам.

Теперь приступим к выводу формул, по которым определяют ошибки в углах наводки, проистекающие от наклона оси цапф.

Пусть точка O (рис. 51) — место стояния орудия, плоскость P— горизонт орудия, OA есть направление оси канала наведенного орудия при горизонтальной оси цапф. Тогда OAB будет плоскость стрельбы и угол $AOB = \alpha_1$ — первый прицельный угол. Проводим плоскость N, перпендикулярную к плоскости стрельбы OAB. Положим, что после наводки при горизонтальном положении оси цапф мы наклонили орудийную установку так, что ось цапф получила угол наклона, равный γ к горизонту. Плоскость стрельбы OBC примет при этом наклонное положение по отношению к вертикальной плоскости под углом γ. Тогда новый угол прицеливания COD будет уже не α_1, а $COD = \alpha_1'$. Как видим, плоскость стрельбы, вследствие наклона оси цапф, перешла из положения OAB в положение OCD, отклонившись на азимутальный угол ω. Таким образом от наклона оси цапф на угол γ мы будем иметь ошибки как в угле прицеливания α_1', так и в направлении ω.

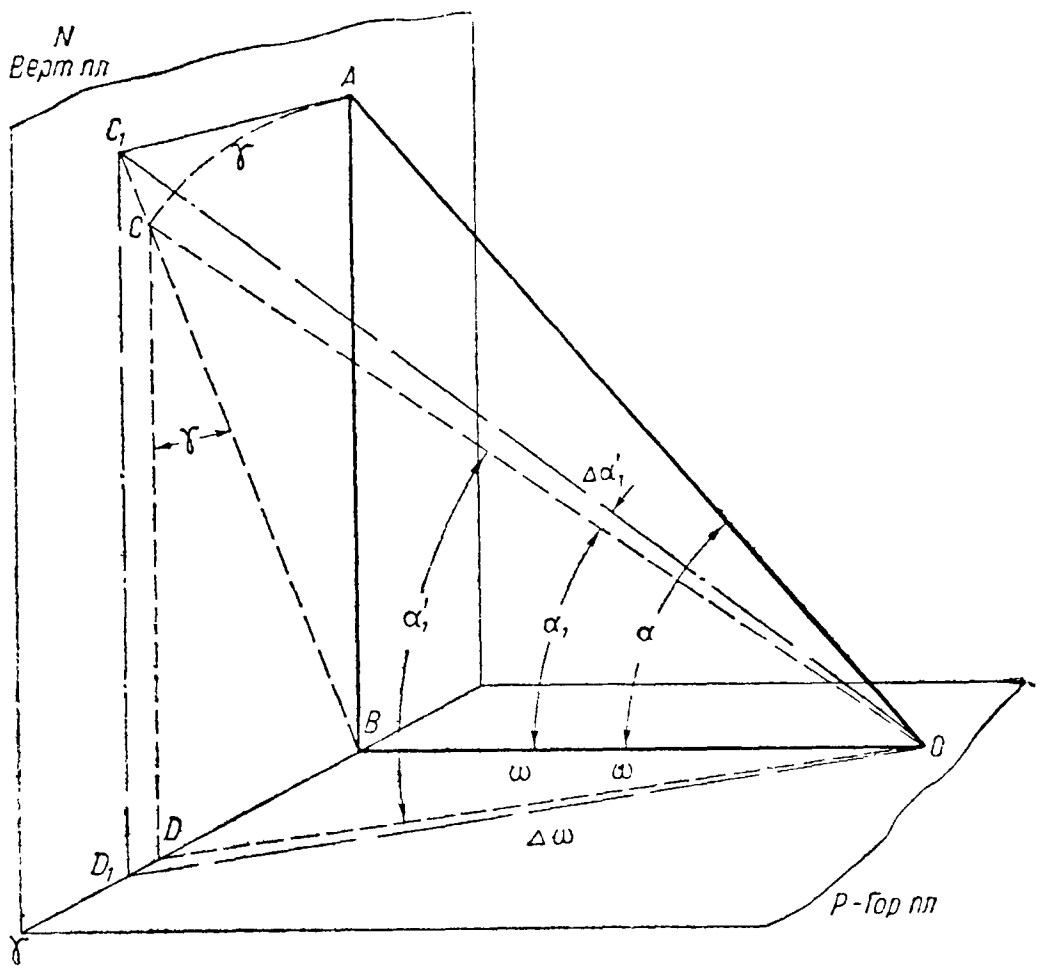


Рис. 51. Ошибки от наклона оси цапф в углах α и ω, $\Delta\alpha$ и $\omega + \Delta\omega$.

Выведем величины этих ошибок в зависимости от угла γ. Из треугольников OCD, CDB, OCB (рис. 51) имеем:

$$CD = OC \sin \alpha_1' = BC \cos \gamma,$$

$$BC = OC \sin \alpha_1,$$

$$\sin \alpha_1' = \sin \alpha_1 \cos \gamma. \quad (1)$$

Определение угла ω.
Из треугольников OBD, BCD и OBC (рис. 51) имеем:

$$BD = OB \operatorname{tg} \omega = BC \sin \gamma,$$

$$BC = OB \operatorname{tg} \alpha_1,$$

$$\operatorname{tg} \omega = \operatorname{tg} \alpha_1 \sin \gamma.^1 \quad (2)$$

Практическое значение угла γ не превосходит 6°, но с целью теоретического расширения вопроса приводим ниже таблицу для $\gamma = 10°$.

Ошибку в угле прицеливания $\Delta\alpha'$ находим по формуле:

$$\Delta\alpha' = \alpha_1 - \alpha_1'. \quad (3)$$

Из этих таблиц видно, что при небольшом наклоне оси цапф (например $\gamma = 2°$) угол прицеливания меняется в меньшую сторону лишь на две-три минуты, поэтому ошибка по дальности при этом будет настолько мала, что ею можно пренебречь.

Для суждения о величине ошибок в боковом направлении, происходящих от наклона оси цапф, подсчитаем значение углов ω по формуле (2) (табл. В).

Из приведенной таблицы видно, что ошибка в боковом направлении получается весьма значительной. Считая, что допустимая ошибка

Таблица А

Значения α_1' в зависимости от α_1 и γ

α_1 \ γ	1°		2°		4°		6°		8°		10°	
	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.
10°	10	00	10	00	09	59	09	57	09	54	09	5
20°	20	00	19	59	10	59	19	53	19	48	19	40
30°	30	00	29	59	29	55	29	49	29	41	29	30
40°	40	00	39	58	39	53	39	44	32	32	39	16
45°	44	59	44	58	44	52	44	41	44	26	44	08
50°	49	59	49	57	49	50	49	38	49	20	48	58
60°	59	59	59	56	59	45	59	28	59	03	58	32
70°	69	59	69	54	69	37	69	09	68	31	67	44
75°	74	58	74	52	74	29	73	52	73	03	72	02
80°	79	57	79	48	79	14	78	21	77	13	75	54

[1] Эта формула аналогична уравнению шарнира Гука.

Таблица Б

Значения $\Delta\alpha_1'$ в зависимости от α_1 и γ

α_1 \ γ	1°		2°		4°		6°		8°		10°	
	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.
10°	0	00	0	00	0	01	0	03	0	06	0	09
20°	0	00	0	01	0	01	0	07	0	12	0	20
30°	0	00	0	01	0	05	0	11	0	19	0	30
40°	0	00	0	02	0	07	0	16	0	28	0	44
45°	0	01	0	02	0	08	0	19	0	34	0	52
50°	0	01	0	03	0	10	0	22	0	40	1	02
60°	0	01	0	04	0	15	0	32	0	57	1	28
70°	0	02	0	06	0	23	0	51	1	23	2	16
75°	0	02	0	08	0	31	1	08	1	58	2	58
80°	0	03	0	12	0	46	1	39	2	47	4	06

Таблица В

Значение ω в зависимости от α_1 и γ

ω \ γ	1°		2°		4°		6°		8°		10°	
	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.
10°	0	11	0	21	0	42	1	03	1	24	1	45
20°	0	22	0	42	1	27	2	11	2	54	3	37
30°	0	35	1	09	2	18	3	27	4	36	5	44
40°	0	50	1	41	3	21	5	01	6	40	8	17
45°	1	00	2	00	3	59	5	58	7	55	9	51
50°	1	11	2	23	4	45	7	07	9	25	11	42
60°	1	44	3	28	6	53	10	15	13	33	16	44
70°	2	45	5	29	10	51	16	01	20	56	25	30
75°	3	44	7	25	14	36	21	19	27	27	32	56
80°	5	39	11	12	21	35	30	40	38	17	44	34

ω не должна превышать одной тысячной дистанции, станет ясным, что наклон оси цапф $\gamma = 1°$ при угле возвышения $\alpha_1 = 30°$ даст ошибку в боковом направлении, превосходящую допустимую примерно в десять раз.

Найдем теперь выражение для поправок этих ошибок.

Для исправления угла возвышения, изменившегося от величины α_1 до величины α_1', необходимо увеличить первый прицельный угол.

Это увеличение возможно лишь в наклонной плоскости OCB (рис. 51). Пусть добавление угла $\Delta\alpha_1 = COC_1$. Это добавление в новой вертикальной плоскости стрельбы OC_1D_1 должно дать как раз нужный угол $\alpha_1 = C_1OD_1$, и ошибка по дальности будет исправлена. При этом плоскость стрельбы OCD повернется относительно действительной еще на больший азимутальный угол, равный $\omega + \Delta\omega$.

Найдем величины углов $\Delta\alpha_1$ и $\omega + \Delta\omega$ (рис. 51). Из треугольников OC_1D_1, C_1D_1B и C_1D_1O имеем:

$$C_1B = C_1O \sin(\alpha_1 + \Delta\alpha_1) = \frac{C_1D_1}{\cos\gamma},$$

$$C_1D_1 = C_1O \sin\alpha_1,$$

$$\sin(\alpha_1 + \Delta\alpha_1) = \frac{\sin\alpha_1}{\cos\gamma}. \qquad (4)$$

Из треугольников BC_1O, C_1D_1O и D_1BO имеем:

$$BD_1 = D_1O \sin(\omega + \Delta\omega) = C_1D_1 \operatorname{tg}\gamma,$$

$$C_1D_1 = D_1O \operatorname{tg}\alpha_1,$$

$$\sin(\omega + \Delta\omega) = \operatorname{tg}\alpha_1 \operatorname{tg}\gamma. \qquad (5)$$

Таблица Г вычисляется по формуле (4) для значений $\alpha_1 + \Delta\alpha_1$ в зависимости от α_1 и γ.

Таблица Г

Значение $\alpha_1 + \Delta\alpha_1$ в зависимости от α_1 и γ

α_1 \ γ	1°		2°		4°		6°		8°		10°	
	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.
10°	10	00	10	00	10	01	10	03	10	06	10	09
20°	20	00	20	01	20	03	20	07	20	12	20	19
30°	30	00	30	01	30	05	30	11	30	20	20	31
40°	40	00	40	02	40	07	40	16	40	29	40	45
45°	45	01	45	02	45	08	45	19	45	34	45	54
50°	50	01	50	02	50	09	50	23	50	41	51	04
60°	60	01	60	04	60	15	60	33	60	59	61	34
70°	70	02	70	06	70	23	70	53	71	37	72	36
75°	75	02	75	08	75	32	76	13	77	16	78	46
80°	80	03	80	12	80	50	81	59	83	59	90	00

Анализируя формулу (4), видно, что равенство это имеет смысл при условии, если:

$$\frac{\sin\alpha_1}{\cos\gamma} \leqslant 1,$$

$$\sin\alpha_1 \leqslant \cos\gamma,$$

т. е.

$$\sin\alpha_1 \leqslant \sin(90° - \gamma),$$

$$\alpha_1 + \gamma \leqslant 90°.$$

Таким образом внесение поправки угла α_1, уничтожающее влияние наклона оси цапф, возможно лишь тогда, когда сумма первого прицельного угла и угла наклона оси цапф меньше или равна 90°.

Из таблицы Г путем простого вычитания получаем таблицу Д значений угла $\Delta\alpha_1$ в зависимости от α_1 и γ.

Таблица Д

α_1 \ γ	1°		2°		4°		6°		8°		10°	
	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.
10°	0	00	0	00	0	01	0	03	0	06	0	09
20°	0	00	0	01	0	03	0	07	0	12	0	19
30°	0	00	0	01	0	05	0	11	0	20	0	31
40°	0	00	0	02	0	08	0	16	0	29	0	45
45°	0	01	0	02	0	08	0	19	0	34	0	54
50°	0	01	0	02	0	10	0	23	0	41	1	04
60°	0	01	0	04	0	15	0	33	0	59	1	34
70°	0	02	0	06	0	23	0	53	1	37	2	36
75°	0	02	0	08	0	32	1	13	2	16	3	46
80°	0	03	0	12	0	50	1	59	3	59	10	00

Из этой таблицы видно, что при небольших углах γ поправка $\Delta\alpha_1$ настолько незначительна, что при малых углах α_1 ею можно пренебречь. Что касается боковой поправки, вычисленной по формуле (5) и приведенной в таблице Е, то эта ошибка оказывается весьма значительной и пренебрегать ею не представляется возможным.

Из формулы (5) вытекает, что для реального диапазона изменения абсолютной величины угла $\omega + \Delta\omega$ в пределах от 0° до 90° должно иметь место неравенство (рис. 51):

$$\operatorname{tg}\alpha_1 \quad \operatorname{tg}\gamma \leqslant 1,$$

или

$$\operatorname{tg}\alpha_1 \leqslant \frac{1}{\operatorname{tg}\gamma},$$

или

$$\operatorname{tg}\alpha_1 \leqslant \operatorname{tg}(90° - \gamma).$$

Отсюда

$$\alpha_1 + \gamma \leqslant 90°.$$

Таким образом в старом прицеле пушки образца 1902 г. для выбора наклона оси цапф необходимо: 1) увеличить установку прицела на угол $\Delta\alpha_1$, 2) изменить боковую установку на $\omega + \Delta\omega$.

Произведенное исследование показывает, что наклон оси цапф вызывает большие ошибки как в углах боковых поправок, так и по дальности при больших углах возвышения (например в гаубичных и мортирных системах). Принимая во внимание, что в боевой обстановке наклон оси цапф представляет явление обычное, стараются найти способ автоматического исключения этих ошибок. В прицелах с зависимой линией прицеливания этот автоматизм исключения оши-

Таблица Е

Значения угла $(\omega + \Delta\omega)$ в зависимости от угла α_1 и γ

α_1 \ γ	1°		2°		4°		6°		8°		10°	
	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.	гр.	мин.
10°	0	11	0	21	0	48	1	04	1	25	1	47
20°	0	22	0	44	1	28	2	12	2	56	3	41
30°	0	35	1	09	2	19	3	29	4	39	5	51
40°	0	50	1	41	3	22	5	04	6	46	8	40
45°	1	00	2	00	4	01	6	02	8	05	10	10
50°	1	12	2	23	4	47	7	12	9	39	12	10
60°	1	44	3	28	6	58	10	29	14	05	17	47
70°	2	45	5	30	11	04	16	47	22	43	28	59
75°	3	44	7	29	15	08	28	06	31	38	41	09
80°	5	41	11	24	23	22	36	35	52	17	90	00

бок может быть достигнут приведением плоскости симметрии дугового стебля прицела в вертикальное положение путем качания прицела около оси, всегда параллельной оси канала орудия. Примером такого прицела может служить дуговой прицел, рассмотренный в главе IX (рис. 68).

5. ВЛИЯНИЕ УГЛОВ МЕСТНОСТИ НА УГЛЫ ПРИЦЕЛИВАНИЯ

Зависимость углов местности от углов прицеливания выражается вообще довольно сложными формулами, но для приближенного решения задачи можно принять следующее уравнение:

$$\alpha_\varepsilon = \alpha_0 \cos \varepsilon,$$

где α_0 — угол прицеливания при угле местности, равном нулю, α_ε — угол прицеливания для угла местности, равного ε, ε — угол местности цели.

Так как из этой формулы видно, что при малых углах местности косинус является незначительной величиной, то в артиллерии, как правило, принято допущение Сен-Робера, на основании которого считают, что углы прицеливания для углов местности не более 15° остаются неизменными для одной и той же наклонной дальности D.

При стрельбе под большими углами местности (зенитная стрельба) тем или иным механизмом автоматически вводят изменение угла прицеливания по формуле:

$$\alpha_\varepsilon = \alpha_0 \cos \varepsilon.$$

Решение этой формулы предложено французом Лаприером.

В статье об автоматических зенитных прицелах будет подробно описана конструкция, осуществляющая это правило Лаприера.

6. ПРИЦЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СТРЕЛЬБЫ ПРЯМОЙ НАВОДКОЙ ПО ВИДИМЫМ И НЕВИДИМЫМ ЦЕЛЯМ

Покажем на схематических чертежах, как производится установка на орудиях нужных углов прицеливания, возвышения и боковых поправок различными типами прицельных устройств.

А. Прицельные устройства при стрельбе по видимым целям

Прицел с помощью кронштейна крепится на люльку (качающуюся раму орудия) (рис. 49, фиг. *I*). Углы вертикальной наводки устанавливаются на прицеле путем выдвижения стебля с нанесенными на нем мерами углов. При этом балка получает соответствующий наклон по отношению оси канала орудия (рис. 49, фиг. *I*).

При нулевой установке эта балка параллельна оси канала орудия. Визирная труба прицела укреплена в лотке, который может смещаться в сторону от балки, при установке углов боковой поправки, поворачивая на балке *3* (рис. 49, фиг. *II*).

При нулевых установках углов возвышения и боковых поправок визирная линия параллельна оси канала орудия.

После установки на прицеле нужных углов с помощью угломерных механизмов прицельного устройства производят наводку самого орудия (фиг. *II*), действуя механизмом горизонтальной наводки и механизмом вертикальной наводки до тех пор, пока визирная линия не будет направлена на видимую цель.

Очевидно, при этом положении орудие будет направлено вверх от горизонтали под углом прицеливания α_1 и смещено в сторону на угол α_2 боковой поправки. Если цель находится не на горизонтали, то угол местности ε автоматически вводится в угол возвышения φ путем направления визирной линии в точку цели (рис. 49, фиг. *II*). Установку углов возвышения можно производить в прицельных устройствах и без помощи визирной трубы по уровню *у*, который устанавливается на балке прицела. В этом случае выдвигают стебель прицела на нужный угол возвышения, тогда пузырек уровня уходит из своего среднего положения. После этого маховиком вертикальной наводки пушки подымают ствол орудия до тех пор, пока пузырек уровня снова придет на середину. Очевидно в этом случае ось канала орудия будет направлена под нужным углом по отношению к горизонту.

При установке угла возвышения с помощью уровня следует заметить, что этот угол вообще не будет соответствовать дистанции до цели, а будет равен углу прицеливания плюс угол местности.

Б. Прицельные устройства при стрельбе по невидимым целям

Визирное приспособление этих прицелов представляет панорамную зрительную трубу, укрепленную на выдвижном стебле прицела. Пусть имеется цель, которая остается невидимой от места

стояния орудия *О*. Тогда на отражателе панорамы устанавливают определенный угол между точкой цели и какою-нибудь точкой отметки и наводку орудия производят уже на эту точку, давая направление орудию на цель. Угол возвышения в этом случае дается установкой уровня на стебле прицела.

К этому типу прицельных устройств относятся:

1) панорамный прицел для 76-*мм* полковой пушки;
2) прицелы для гаубиц;
3) оптический пулеметный прицел;
4) танковый панорамный прицел.

Перечисленные прицелы могут обслуживать и стрельбу по видимым целям прямой наводкой. В этом случае панорама служит как простой визир, у которого прицельная линия при нулевых установках шкал панорамы параллельна оси канала орудия. Боковая поправка при этом дается поворотом головы панорамы с отражателем на определенный угол.

При стрельбе по быстро двигающимся целям под большими углами местности нашли применение прицелы, снабженные панорамным визиром с горизонтальным столом. Основа устройства этих прицелов сводится к тому, чтобы панорама, установленная вертикально на самом лафете, получала на отражательную призму головы углы местности от специального передаточного механизма независимо от установки углов прицеливания.

К таким прицельным устройствам относятся, например:

1) танковый панорамный прицел;
2) башенные прицелы морских крупнокалиберных установок.

В. Визирные приспособления в прицелах

Визирное приспособление в прицеле служит для точной наводки орудия на цель. Наиболее простым визирным приспособлением являются механические мушка и целик. Но, как уже было указано в главе о зрительных трубах, как визирные приборы мушка и целик могут обеспечить точность наводки лишь до 5—3 мин., что при современном высоком совершенстве орудий является недостаточно точным. Поэтому в современных прицельных устройствах применяются исключительно оптические визирные зрительные трубы (см. главу «Визирование»).

Раньше чем перейти к отдельным типам прицельных устройств, познакомимся с методами и приспособлениями для проверки параллельности оси канала орудия и визирной линии прицела.

7. Способы проверки параллельности ствола орудия с оптической визирной линией прицела

Как уже было сказано в разделе прицельных устройств, для правильности работы орудийной установки необходимо, чтобы при

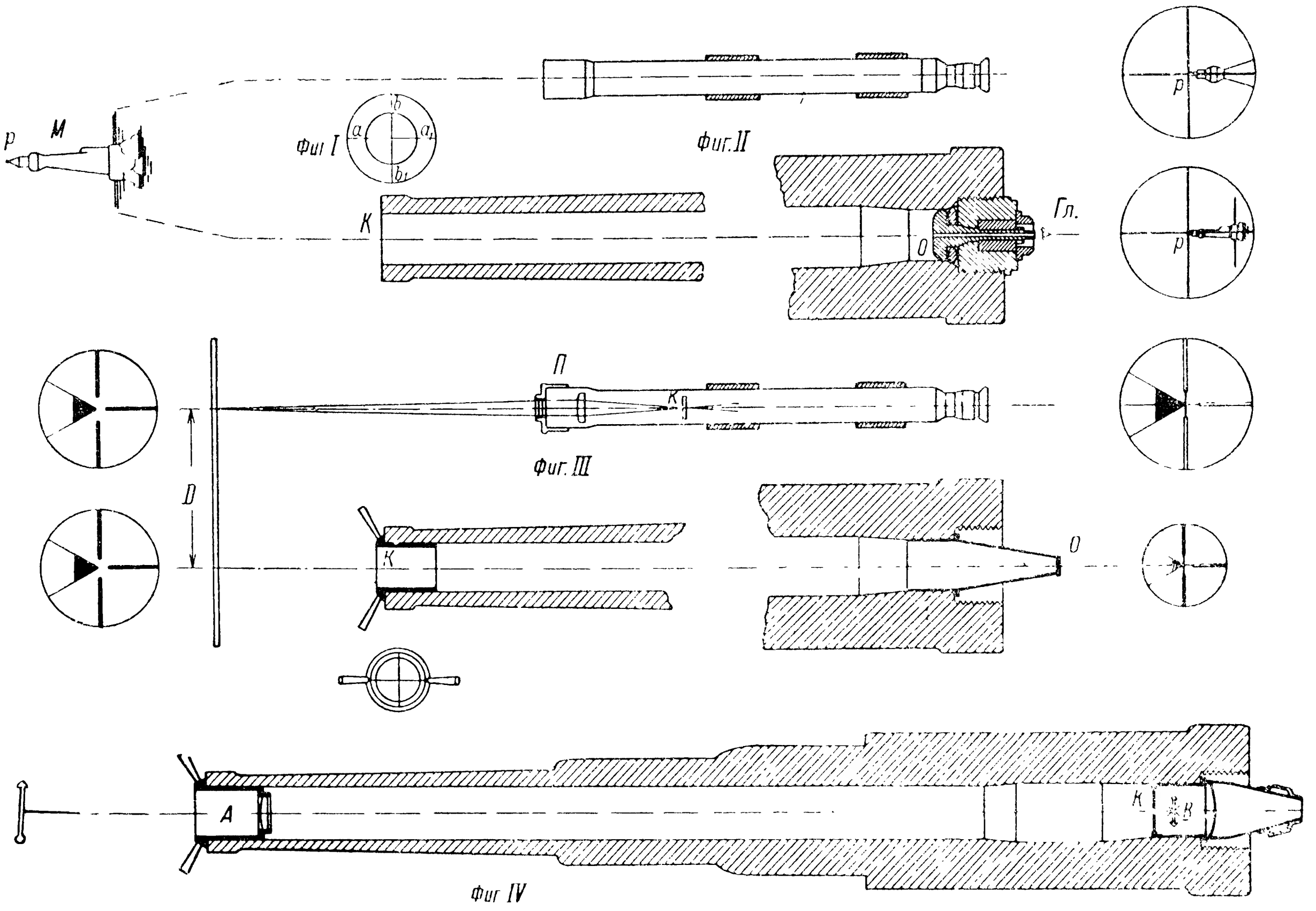


Рис. 52. Проверка параллельности оптической оси прицела каналу орудия.

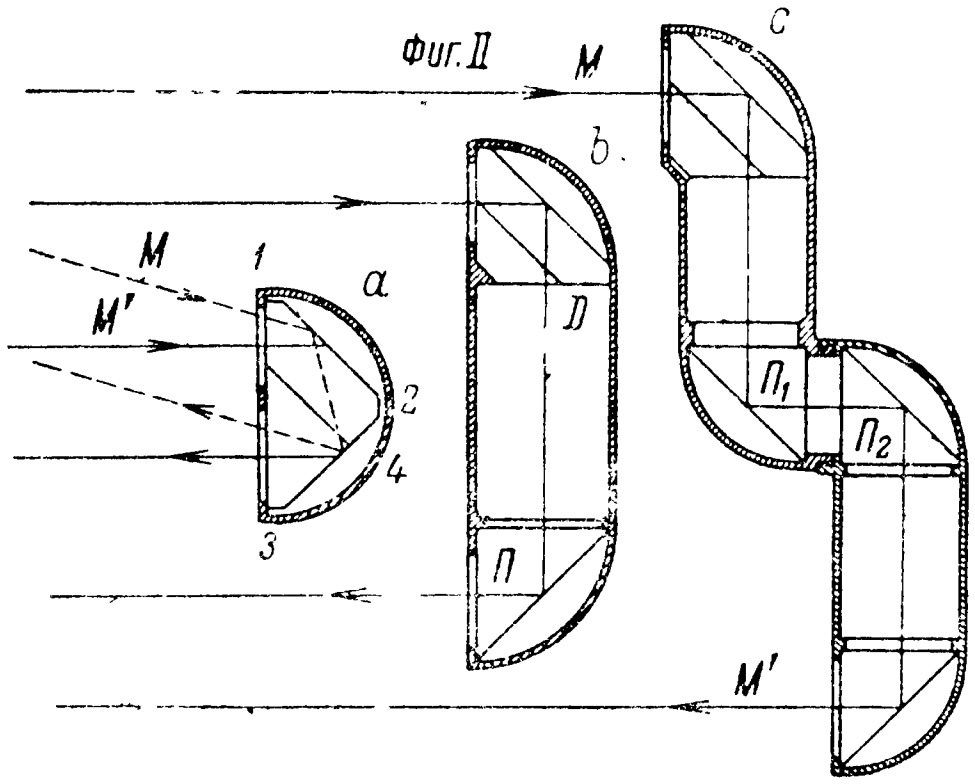
нулевых установках прицела визирная линия была параллельна каналу орудия. Под осью канала орудия разумеют прямую, проходящую через центр дульного среза и казенной части. Чтобы выявить эти точки материально, на дульном и казенном срезах имеются заранее сделанные риски aa_1, bb_1 (рис. 52, фиг. *I*). Расположение их таково, что две нити, натянутые по этим рискам, в пересечении своем дают точки, через которые проходит ось канала орудия. За центр казенной части с достаточной точностью можно принять также отверстие *O* для ударника в затворе (рис. 52, фиг. *II*). На фиг. *II* ось канала орудия выявляется крестовиной *K* и отверстием *O* на вставленном в казенную часть калиброванном патрубке. Отсюда вытекает и наиболее простой метод поверки прицельной линии.

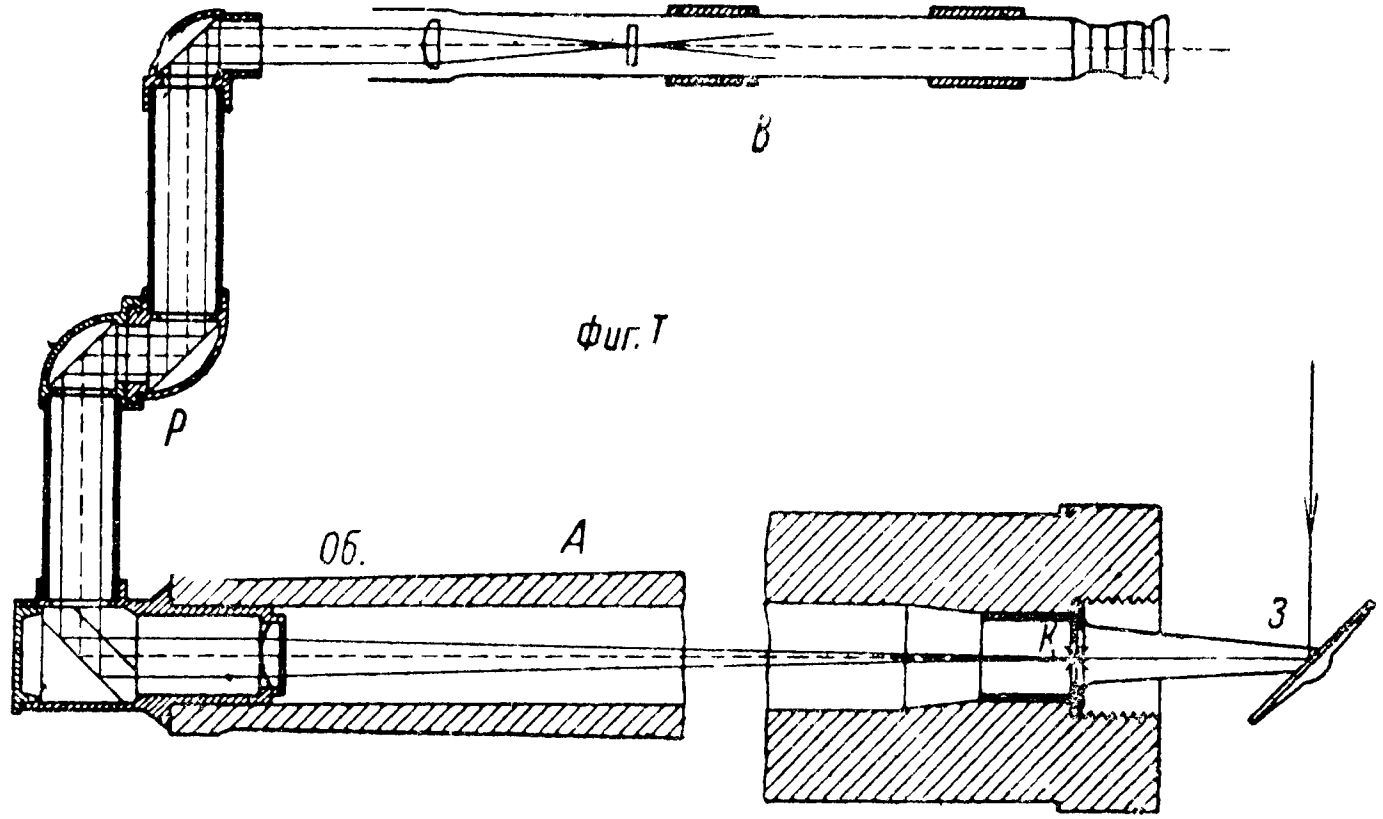
Этот метод состоит в следующем: на дульный срез натягивают крест нитей и, смотря глазом *ГЛ* через отверстие *O* ударника, наводят пушку на какой-либо удаленный объект, например, на вершину башни (рис. 52, фиг. *II*). Наводка в данном случае сводится к тому, чтобы центр крестовины *O* дульного среза совместить с точкой *P* вершины башни. В случае параллельности оптической оси прицела к оси канала орудия в центре визирной трубы при нулевых установках шкал прицелов также будет видна вершина башни *M*. Если для проверки нет возможности воспользоваться удаленным объектом (например в мастерской), то на определенном расстоянии от орудийной установки устанавливают щит (рис. 52, фиг. *III*) с нанесенными на нем знаками, соответствующими точному расстоянию *D* прицельной линии от оси канала на орудийной установке. Таким образом и при близком расстоянии обеспечивается параллельность идущих от марок лучей и в ствол и в зрительную трубу при условии, если на трубу надет приблизитель *П* с фокусом, равным расстоянию от приблизителя до щита (фиг. *III*).

Более точный способ поверки заключается в том, что самый канал орудия превращают в зрительную трубу (рис. 52, фиг. *IV*). В этом случае в дульную часть вставляют объективную часть *A* прибора, а в казенную часть *B* — длиннофокусный окуляр с крестом нитей *K*. Большое фокусное расстояние объектива в данном способе обусловливает большую точность наведения.

Этим же способом может производиться и проверка параллельности осей каналов нескольких орудий, поставленных, например, в башенных, крепостных и корабельных многоорудийных установках.

Цейссом для проверки прицельной линии предложена специальная приставная труба. Основа устройства этого прибора состоит в следующем: известно, что призменные системы (рис. 53, фиг. *II*), дающие трехкратные отражения входящих в них лучей, обладают свойством возвращать входящие лучи *M* и *M'* по тому же направлению. Наиболее простой тип такой призмы — это призма *a* (фиг. *II*), у которой грань *1 — 2* работает как крыша, а грань *3—4* как плоскость, перпендикулярная к плоскости чертежа. Система *b* отличается тем, что призма *D* работает как крышеобразная призма, и она отнесена от простой отражательной призмы *П* на некоторое расстояние





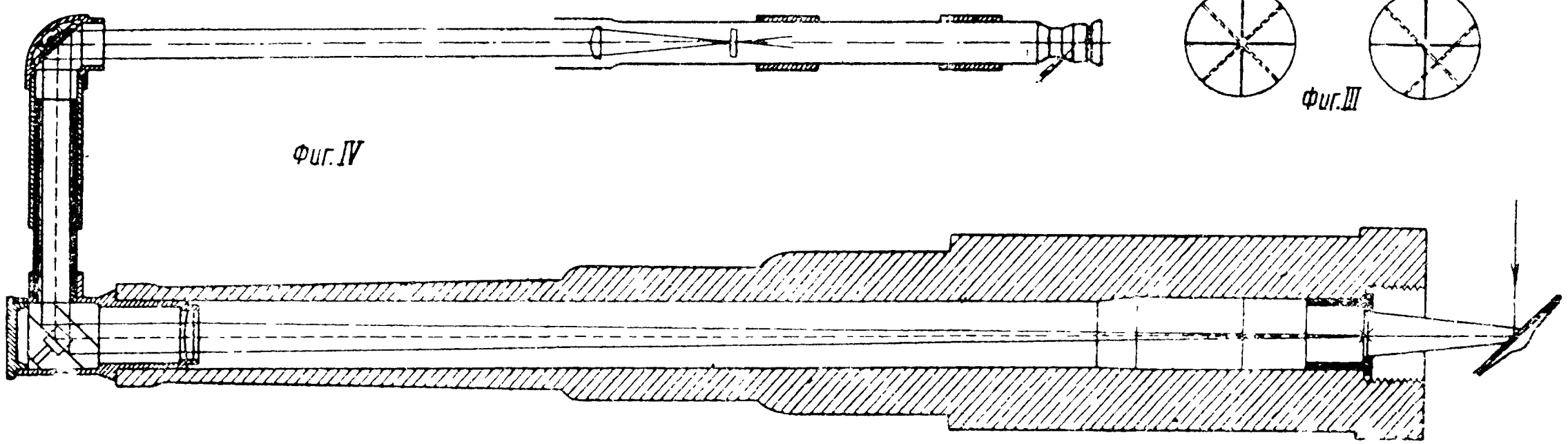


Рис. 53. Проверка параллельности прицельной линии визира каналу орудия.

(фиг. *II*). И, наконец, система *С* с введением в нее двух прямоугольных призм $П_1$, $П_2$ дает возможность сделать трубу ломаной с произвольно изменяющимся расстоянием входного луча *М* до выходного луча *М'*. Вот эта последняя комбинация призм и положена в основу устройства приспособления Цейсса (рис. 53, фиг. *I*). В этом приспособлении как бы осуществляется оптический мост переменной длины между осью канала орудия *А* и оптической осью визира *В*. В данном случае канал орудия *А* используют как коллиматор путем применения объектива *ОБ*, вставленного вместе с прибором *Р* в дульный конец пушки, причем в казенной части пушки на расстоянии фокуса от объектива *ОБ* помещается крестовина *К* (светлый крест на черном фоне), которая освещается с помощью зеркала *З*. Пройдя объектив, центральный пучок лучей выходит пучком параллельных лучей, направленных по оси канала орудия. По выходе из трубы *Р* он остается параллельным своему первоначальному направлению, а следовательно, параллельным и каналу орудия. Если при этом и ось зрительной трубы *В* параллельна этому пучку лучей, то изображение креста *К* коллиматора совпадает центром с перекрестием зрительной трубы (фиг. *III*). При непараллельности осей центры крестовин не совпадают.

На фиг. *IV* (рис. 53) показан вариант того же прибора, где применена более простая призменная система только с двумя призмами и раздвижной оправой между призмами.

ГЛАВА III

ОПТИЧЕСКИЙ ВИНТОВОЧНЫЙ ПРИЦЕЛ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИЦЕЛА

Оптический винтовочный прицел предназначается: а) для производства более точной и удобной наводки на цель; б) для поражения очень малых по размерам целей; в) для поражения хорошо замаскированных и плохо видимых целей; г) для поражения значительно удаленных целей (на 1000 и более *м*).

Оптическим винтовочным прицелом снабжаются, главным образом, наиболее отличные стрелки (снайперы), которым поручаются наиболее ответственные стрелковые задачи.

Тактико-технические требования, предъявляемые к прицелу. Требования эти следующие:

а) обеспечить установку углов прицеливания до 2°30′ (приблизительно 70 тысячных дистанции), что соответствует наибольшей дальности прицельной стрельбы — до 1500 *м*;

б) обеспечить установку боковой поправки на деривацию и ветер до ±18 тысячных дистанции;

в) иметь переставные шкалы установки углов прицеливания и боковых поправок для выверки прицела на винтовке;

г) иметь удобное и надежное приспособление для установки прицела на винтовке;

д) вес и габариты прицела должны быть минимальными;

е) конструкция прицела должна обеспечить полную водонепроницаемость;

ж) во всем остальном прицел должен удовлетворять общим техническим условиям для оптических приборов военного назначения;

з) увеличение оптической системы должно быть не менее 4× при максимальном поле зрения;

и) удаление зрачка выхода должно быть не менее 80 *мм*, чтобы обеспечить безопасность глаза стрелка при отдаче винтовки во время выстрела. Требовать большего удаления выходного зрачка не позволяет окулярное поле зрения зрительной трубы прицела, которое равно 24—25°. Сделать большее поле зрения нельзя, так как большее поле зрения вызывает большие габариты окуляра, что, в свою очередь, увеличивает вес прицела, который должен быть не более 500 *г*. Таким образом объективное поле зрения для прицела получается равным $\frac{24°}{4} = 6°$, что, однако, совершенно достаточно для того, чтобы прицельный угол и угол боковой поправки устанавливать перемещением крестовины в поле зрения;

к) оправа окуляра должна быть возможно тонкой, чтобы стрелок, помимо увеличенного изображения цели, мог видеть и окружающий ландшафт (рис. 54, фиг. *I*, *II*, *IV* и *VI*).

2. ОСНОВА УСТРОЙСТВА ПРИЦЕЛА

В прицеле взята оптическая система земной зрительной трубы с оборачивающей системой из линз, которая, благодаря небольшому предельному углу прицеливания — 2°30′, позволяет угломерную часть прицела устроить в поле зрения зрительной трубы прицела путем перемещения крестовины в вертикальном направлении для установки углов прицеливания и в горизонтальном направлении для установки углов боковых поправок.

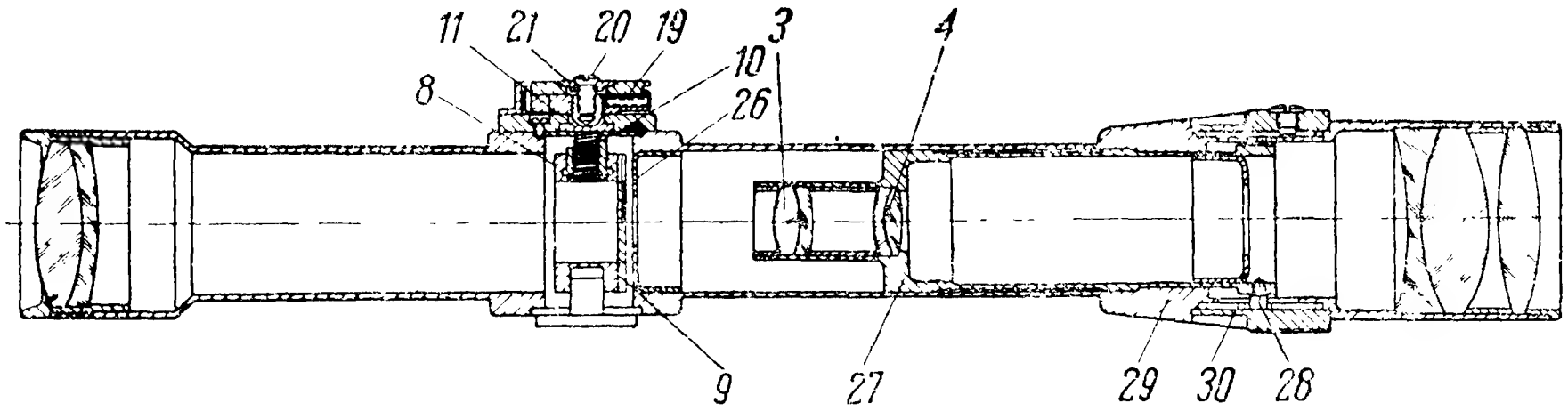
А. Оптическая система винтовочного прицела

В оптическую систему прицела входят объектив *1*, дающий в фокальной плоскости *2* действительное обратное изображение *a — b* местности (рис. 54, фиг. *IV*); в этой же плоскости устанавливается передвижная крестовина *9* (фиг. *I*); линзы *3* и *4* служат оборачивающей системой и одновременно для установки на резкое видение для близорукого и дальнозоркого глаза, что производится перемещением оборачивающей системы вдоль оптической оси трубы. Линзы окуляра *6* и *7* представляют симметричную систему с удаленным выходным зрачком (фиг. *IV*).

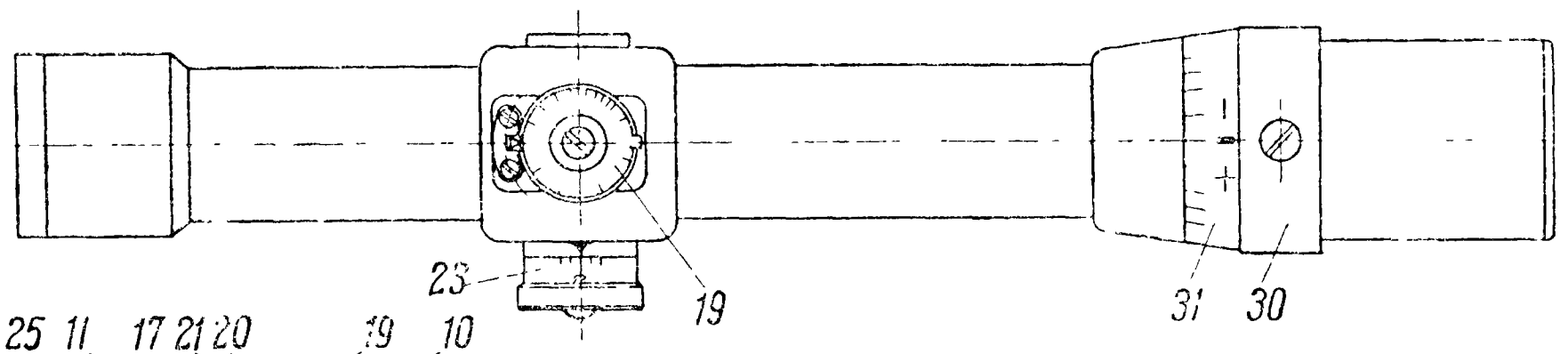
Оптические данные прицела следующие: увеличение 4×, поле зрения — 6°, диаметр выходного зрачка — 7 *мм*, удаление выходного зрачка от последней поверхности линз окуляра равно 80 *мм*.

Увеличенные размеры выходного зрачка (7 *мм*) вызваны тем, что глаз стрелка в данной системе не может быть точно фиксирован

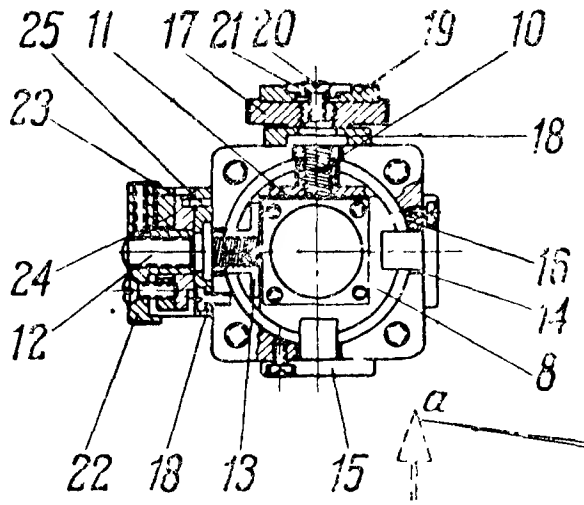
Фиг. I



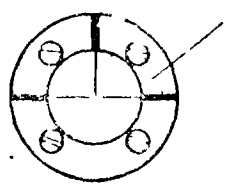
Фиг. II



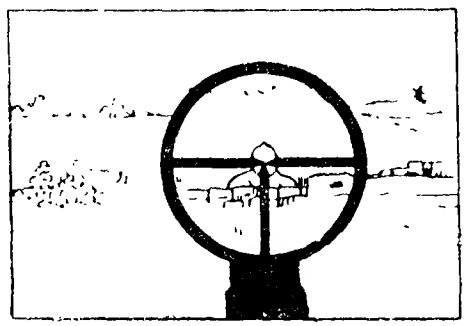
Фиг. III



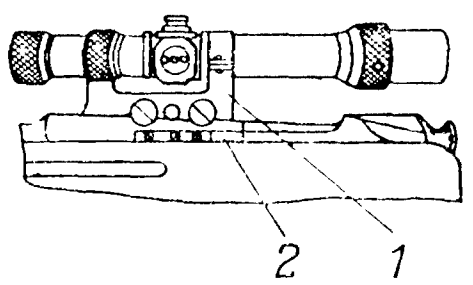
Фиг V



Фиг VI



Фиг. VII



Фиг. IV

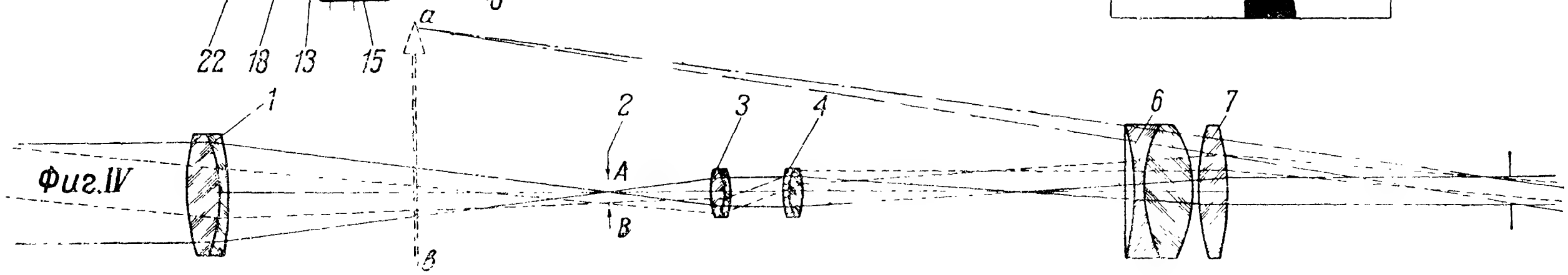


Рис. 54. Схема прицела для винтовки.

окулярной раковиной и, следовательно, естественные колебания глаза должны быть компенсированы большим выходным зрачком, из пределов которого зрачок глаза стрелка не выходит, даже при неустойчивом положении глаза.

Б. Угломерное приспособление прицела

Прицельное устройство состоит из рамки *8* с круглым отверстием, к которому привинчено кольцо *9* с припаянными к нему прицельными металлическими нитями (рис. 54, фиг. *I* и *V*). Рамка *8* сверху и с левого бока имеет ⊥-образные пазы, в которых могут скользить соответствующего очертания гайки установочных винтов.

Для установки углов прицеливания служат винт *10* и гайка *11*, скользящая в верхнем горизонтальном пазу (фиг. *I* и *III*). Для установки углов боковой поправки служат винт *12* и гайка *13*, скользящая в боковом вертикальном левом пазу (фиг. *III*). На правой и нижней сторонах рамки имеются пазы простого прямоугольного сечения без захватов, в которые входят направляющие пальцы *14* и *15*, укрепленные с помощью фланцев, привинченных тремя винтами к наружным стенкам корпуса прицельного приспособления (фиг. *III*). Винт *10* углов прицеливания проходит через верхнюю стенку коробки *16* и снаружи несет установочный барабанчик *17*, закрепленный намертво на винте *10* стопорным шурупом (фиг. *III*).

Для того, чтобы винт *10* при своем вращении сам не имел поступательного движения, а только двигал рамку *8*, этот винт имеет буртик, зажатый планкой *18*. Прицельные деления нанесены на шайбе *19*, которая может поворачиваться при юстировке прибора и потом закрепляться неподвижно с помощью поджимного винта *20* и шайбочки *21* (рис. 54, фиг. *III*). Указателем для отсчета углов прицеливания служит планка *21* с нанесенным на ней треугольником. Планка *21* с помощью винтов укрепляется на корпусе *16*. Аналогичное устройство имеет винт *12* боковых поправок с укрепленным на нем маховичком *22* и переставной шкалой *23* углов поправок в горизонтальной плоскости (фиг. *III* и *II*).

После юстировки прибора шкала *23* закрепляется с помощью шайбы *24* и поджимных винтов. Для ограничения поворота барабанчика *22* боковых поправок служит штифт *25* (фиг. *III*).

Описанный механизм рамки *8* с взаимно перпендикулярными ⊥-образными пазами служит для независимой установки крестовины как от углов прицеливания, так и от углов боковых поправок. Для резкого выделения нужного поля зрения за рамкой с крестовиной поставлена диафрагма *26* (рис. 54, фиг. *I*).

Прицельные нити устанавливаются точно в фокальной плоскости объектива и при прицеливании наблюдаются стрелком в виде черных линий (рис. 54, фиг. *V*). Наилучшим образцом крестовины для винтовочного прицела является тип, изображенный на фиг. *V*. В этом типе крестовины вертикальная нить, называемая пеньком, имеет острый конец и является собственно мушкой оптического прицела. Две

боковые нити расположены под прямым углом к средней и имеют тупые концы. Верхний край боковых нитей лежит строго на одной линии с острым концом пенька. Это необходимо для стрельбы по движущимся целям с выносом точки прицеливания в сторону движения цели. Боковые нити служат также для придания правильного положения винтовке, без сваливания. Расстояние между концами горизонтальных нитей равно 0,007 дистанции, что при расстоянии в 100 *м* дает величину 70 *см*. Это расстояние служит для измерения дистанции до цели, когда размеры цели известны.

В. Механизм установки прицела по глазу

Как было упомянуто, в оптической системе данного прицела установка по глазу наблюдателя призводится передвижением внутри зрительной трубы линз оборачивающей системы вдоль оптической оси. Такая система выбрана для того, чтобы по возможности прицел сделать водонепроницаемым, так как при обычной установке окуляра на резкость видения он или выдвигается или вдвигается, создавая внутри трубы разреженное или повышенное давление воздуха, способствующего засасыванию в прибор влаги; при данной же конструкции объем воздуха внутри трубы остается постоянным при передвижении линз внутри прибора. Кроме того, оправы окулярных линз при обычной установке окуляра на резкость видения (например, в бинокле) по габариту получаются слишком толстыми и не могут быть применены для данного прицела, в котором, помимо окуляра, требуется видеть окружающую цель местность (рис. 54, фиг. *VI*).

Механическое оформление этой конструкции состоит в следующем: трубка *27*, служащая оправой линз оборачивающей системы, на своем кольцевом конце имеет штифт *28*. Этот штифт проходит через продольное отверстие в детали *29* и входит в наклонную канавку в детали *30* (рис. 54, фиг. *I*). При вращении этой детали вокруг оси прибора наклонная канавка с помощью штифта *28* заставляет перемещаться трубу *27* с линзами *3* и *4* вдоль оптической оси. Это перемещение снаружи прицела градуировано в диоптрийных делениях на шкале *31* (фиг. *I* и *II*).

Г. Установка прицела на винтовку

Для установки прицела на винтовке служит специальный кронштейн (рис. 54, фиг. *VII*). Прицел вместе с этим кронштейном *1* устанавливается на другом кронштейне *2*, который уже составляет одно целое с самой винтовкой. Кронштейн на винтовке, помимо требований прочности и надежности, должен обеспечивать возможность снимания прицела с винтовки для хранения его во время похода в специальном чехле и быстрой установки прицела на винтовку при переходе из походного положения в боевое. При этом требуется, чтобы оптическая ось прицела при снимании и новой установке на винтовку не сбивалась на угол, больший, чем одна минута.

Д. Сбережение прицела

Как всякий оптический прибор, винтовочный прицел требует бережного с ним обращения. Для предохранения прицела от ударов необходимо при различных переездах, выходах в поле на занятия, в походе и в боевых условиях, когда винтовка не должна быть немедленно готова для стрельбы, прицел носить отдельно от винтовки в специальном чехле с ремнем для носки через плечо или на поясе.

Для предохранения наружных стекол прицела от пыли и грязи служат кожаные колпачки, надеваемые на объектив и окуляр прицела и связанные между собою ремнем.

Остальные правила сбережения прицела относятся к общим для всех оптических приборов наставлениям по уходу и хранению этих приборов.

ГЛАВА IV

ПРИЦЕЛЫ ДЛЯ ПУЛЕМЕТОВ И МАЛОКАЛИБЕРНОЙ АРТИЛЛЕРИИ

1. ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

В прицелах этого типа визирная и прицельная части являются самостоятельными конструкциями. Визирная часть должна представлять панорамную оптическую систему, чтобы осуществлять наводку как по видимым целям (прямая наводка), так и по точкам отметки при невидимых целях (непрямая наводка). В последнем случае от визирного устройства требуется обзор по горизонту либо на все 360° либо на 360° минус мертвый угол для головы наводчика (120° до 140°).

К прицельному угломерному механизму предъявляется требование, чтобы установка углов прицеливания и углов местности производилась независимо одна от другой в пределах, характеризуемых балистикой данного орудия. В общем, прицельное устройство этого типа должно представлять возможно легкую, компактную и надежную конструкцию, простую в обращении, допускающую регулировку всех шкал и проверку установки на пулемете или скорострельном орудии в полевых условиях.

Всем перечисленным тактико-техническим требованиям в наибольшей степени отвечает пулеметный прицел.

2. НАЗНАЧЕНИЕ ПУЛЕМЕТНОГО ПРИЦЕЛА

Прицел служит для наводки, т. е. для придания оси ствола пулемета надлежащих углов в горизонтальной и вертикальной плоскости. Прицел предназначается как для прямой, так и непрямой наводки.

Наводка осуществляется совмещением цели с центром сетки, видимой в поле зрения прицела. Это совмещение достигается посредством вращения маховика подъемного механизма пулемета и поворота вертлюга в горизонтальной плоскости. В основном пулеметный

прицел образца 1930 г. предназначается к 7,62-*мм* пулемету системы Максима, но параллельно с этим он нашел применение по обслуживанию противотанковых пушек калибров 37 *мм* и 45 *мм*.

Прицел состоит из двух главных частей: панорамного визира и угломерного прицельного механизма. Эти части соединены между собою винтами и составляют одно целое.

3. ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА ПУЛЕМЕТНОГО ПРИЦЕЛА

А. Оптическая система панорамы

Оптика панорамы состоит из следующих деталей: объективная призма-куб *1*, объектив *2*, призма *3* с трехкратным отражением, клиновидная призма *4*, конденсор *5* и симметричный окуляр *6* (рис. 55, фиг. *IV*).

Призма-куб построена из двух прямоугольных призм, склеенных своими посеребренными гипотенузными сторонами, от которых пучки света при проходе призмы отражаются, как от зеркала. Призма *1* имеет вращение около вертикальной оси вправо и влево от нулевого положения на угол 60°, что вызывает поворот визирной линии на угол, вдвое больший.

Объектив *2*, поставленный в плоскости входного зрачка, дает в фокальной плоскости *a—b* действительное и выпрямленное изображение местности. Выпрямление изображения дается однократным отражением луча призмою-кубом в горизонтальной плоскости и троекратным отражением системой призм *3—4* в вертикальной плоскости.

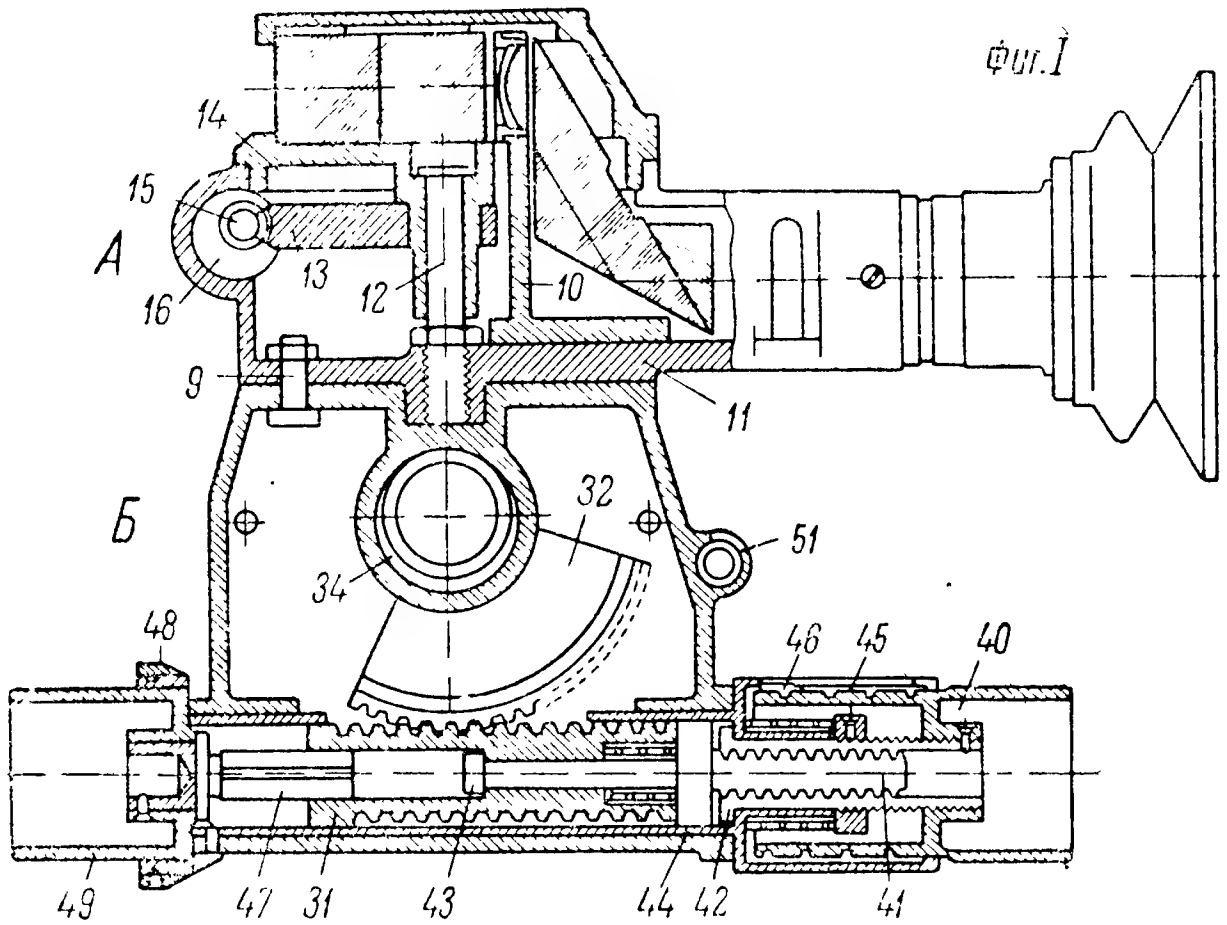
Призма-клин *4* служит для того, чтобы действие комбинированной призмы *3—4* сделать эквивалентным плоскопараллельной пластинке.

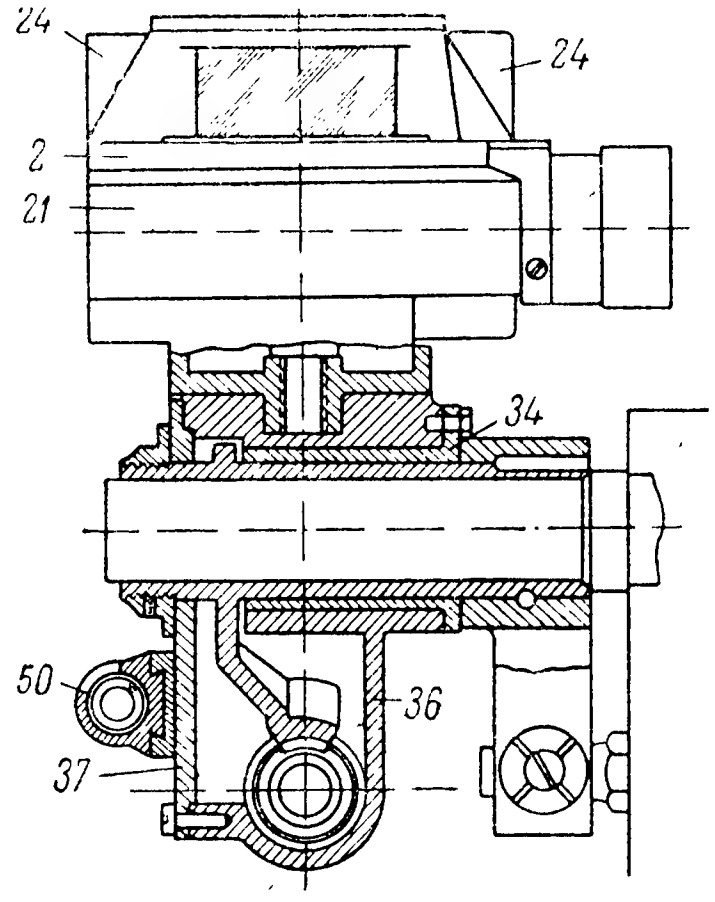
На плоской поверхности линзы *5* конденсора нанесено перекрестие, плоскость которого совпадает с плоскостью действительного изображения отдаленной цели. Положительная линза конденсора имеет целью приблизить прошедшие через нее лучи к оси системы и тем уменьшить диаметры отверстий линз окуляра *6* (фиг. *IV*).

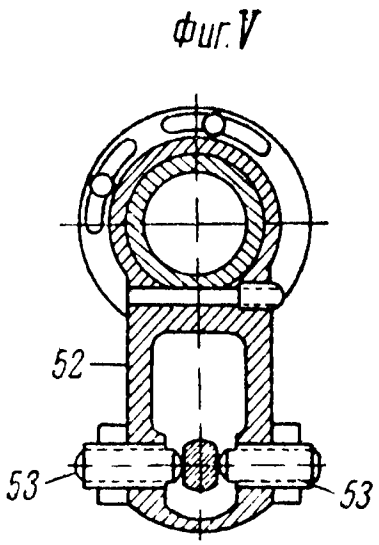
Б. Механическая конструкция панорамы прицела

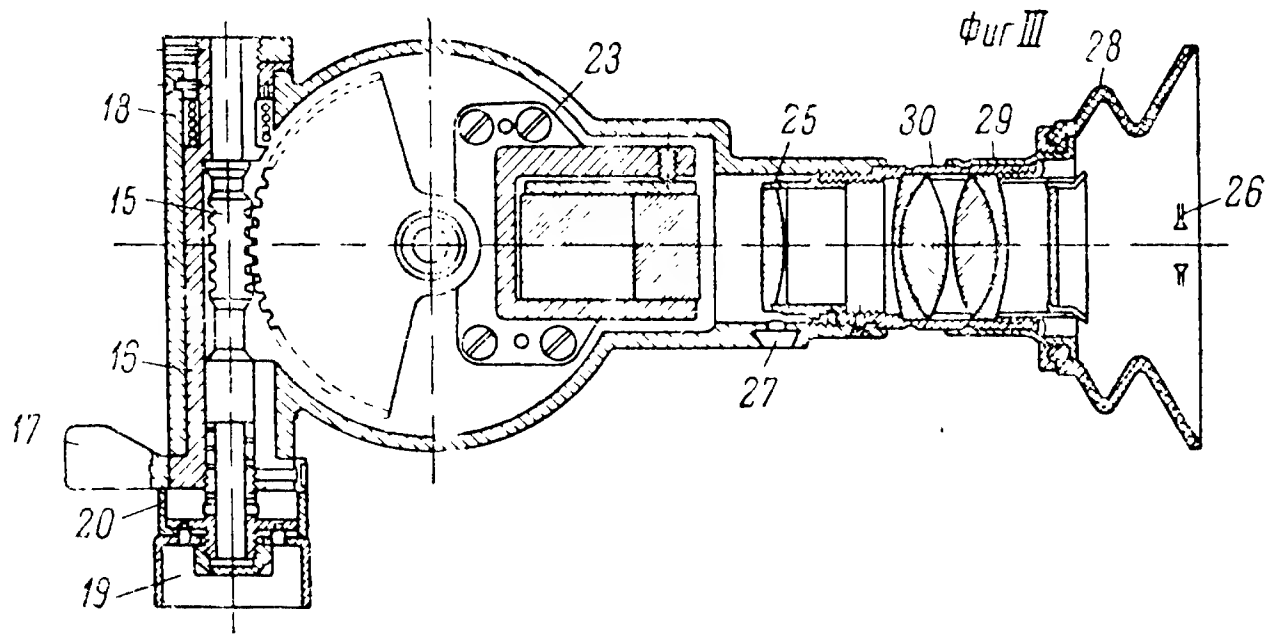
Объектив *2* в своей оправе и призма *3—4* закреплены в общей рамке *10*, которая привинчена винтом ко дну корпуса *11* панорамы (рис.55, фиг. *I*). В это же дно вставлена вертикальная ось *12*, на которой может вращаться обойма *14* призмы *1* с насаженным на ней сектором *13*. Червячный сектор *13* сцеплен с червяком *15*, который расположен в эксцентриковом подшипнике *16*. Этот подшипник с помощью рукоятки *17* может поворачиваться, и тогда червяк *15* выходит из зацепления (фиг. *I* и *III*).

Спиральная пружина *18* постоянно прижимает червяк к червячному сектору и выбирает мертвый ход. Барабанчик *19* служит для вращения









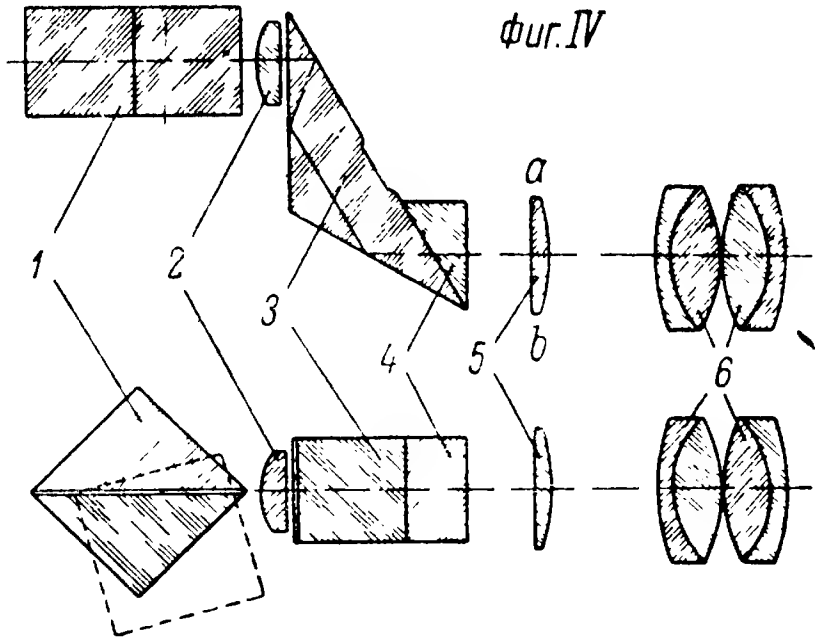


Рис. 55. Схема прицела для пулеметов и малокалиберной артиллерии.

червяка при установке на панораме горизонтальных углов, а переставная шкала *20*, наделенная в тысячных дистанции ($^1/_{6000}$ окружности), служит для отсчета этих углов. Как обычно, один оборот оси червяка *15* дает 100 тысячных дистанции и соответствует 3° поворота призмы-куба. Крупные деления в 100 тысячных дистанции нанесены по шкале *21* на обойме призмы *1* (фиг. *II*). Указатель делений этой шкалы нанесен на корпусе панорамы. Для ограничения углов поворота головы панорамы имеются два упора *23*. Для быстрого поворота головы панорамы при расцепленном червяке служат лапки *24* (фиг. *II*).

Окулярные линзы закреплены в трубке *30*; конденсор в оправе *25* закреплен также в окулярной трубке. На трубку *30* надета трубка *29* оправы наглазника *28* (фиг. *III*). Наглазник с трубкой вдвигается до крайнего положения в случае наблюдения через панораму в противогазовой маске; для пользования панорамой без маски наглазник выдвигается. Для освещения перекрестия в ночное время служит окно *27*, закрытое стеклом.

Перекрестие имеет форму, показанную на фиг. *III* (рис. 56). Оно нанесено на плоской поверхности конденсора гравированием с последующим травлением. При наводке изображение цели совмещается с вершиной угла; разрыв вертикального штриха около центра перекрестия сделан с целью удобства наводки.

Светофильтр *26* в оправе вставляется в окулярную трубку в тех случаях, когда вызывается необходимость ослабить освещенность изображения или вызвать более резкое очертание удаленных предметов, покрытых голубоватой дымкой (рис. 55, фиг. *III*).

В. Конструкция угломерного прицельного устройства (часть *Б*)

Корпус *36* с отъемной крышкой *37* имеет сквозное круглое отверстие, в которое вставлен подшипник и закреплен с корпусом винтами (рис. 55, фиг. *II*). В подшипник вставлен полый червяк *31*, который сцеплен с неподвижным червячным сектором *32*. Этот сектор своей трубчатой осью посажен на палец кронштейна, причем эксцентричная втулка *34* в корпусе прицела служит для выборки мертвого хода между червяком *31* и сектором *32* (фиг. *I*).

Вращение всего прицела около горизонтальной оси от углов местности и углов прицеливания осуществляется с помощью следующих механизмов.

Рукоятка *40* соединена с гайкой *42*; в гайку ввинчен винт *41* ползуна; на гладкий цилиндрический конец этого ползуна насажен червяк *31* с возможностью вращения его около оси ползуна. Утолщение ползуна упирается в торец червяка, а головка винта *43* предохраняет червяк от продольного смещения по ползуну. При повороте рукоятки *40* вместе с нею вращается и гайка *42*, причем они не имеют поступательного движения относительно корпуса прицела. От вращения гайки ползун получает продольное движение вдоль своего гнезда, так как благодаря штифту *44* он вращаться не может (рис. 55,

фиг. *I*). При перемещении ползун передвигает червяк *31*, а этот последний, действуя на червячный сектор как рейка, проворачивает весь прицел вокруг сектора на угол прицеливания, который отсчитывается по спиральной шкале *45* с помощью указателя *46* (фиг. *I*). Цифры этой шкалы нанесены в гектометрах от 0 до 600 *м* через 100 *м*, от 600 до 4200 *м* — через 50 *м* и от 4200 до 5100 *м* — через 25 *м*.

Механизм углов местности устроен так: на валике *47* имеются два продольных паза, в которые входят два выступа, имеющиеся в червяке *31*; вследствие такого их соединения вращение валика *47* вызывает и вращение червяка *31*, но это зацепление червяка с валиком не препятствует поступательному движению червяка вдоль своего подшипника при вращении маховичка *40* (рис. 55, фиг. *I*). Вращение червяка *31* вызывает вращение корпуса прицела вокруг оси червячного сектора *32*, вследствие чего весь прицел вместе с панорамой получает наклон в вертикальной плоскости на угол местности. Величина углов местности нанесена на шкале *48* барабанчика *49* для вращения валика *47* (фиг. *I*). Пределы шкалы местности от —12° (—200 тысячных дистанции) до +24° (+400 тысячных дистанции). Положительные углы местности обозначены черными цифрами, а отрицательные — красными.

Оба механизма установки углов прицеливания и углов местности в своих действиях друг от друга не зависят и могут работать в какой угодно последовательности и одновременно; это происходит оттого, что один и тот же червяк в первом случае работает как рейка, а во втором — как червяк.

Для ориентировки прицела в горизонтальной плоскости имеются два трубчатых уровня *50* и *51* (фиг. *I* и *II*). Уровень *50* посажен на салазки, которые привинчены к крышке корпуса прицела. Уровень *51* вставлен в гнездо, имеющееся на корпусе прицела. Чувствительность уровня *50*—5′, чувствительность уровня *51*—20′—30′. На конец трубчатой оси сектора надет хомутик *52*, заштифтованный на оси. Внизу хомутик имеет два установочных винта *53*, служащих для регулировки прицела на пулемете или орудии (фиг. *V*).

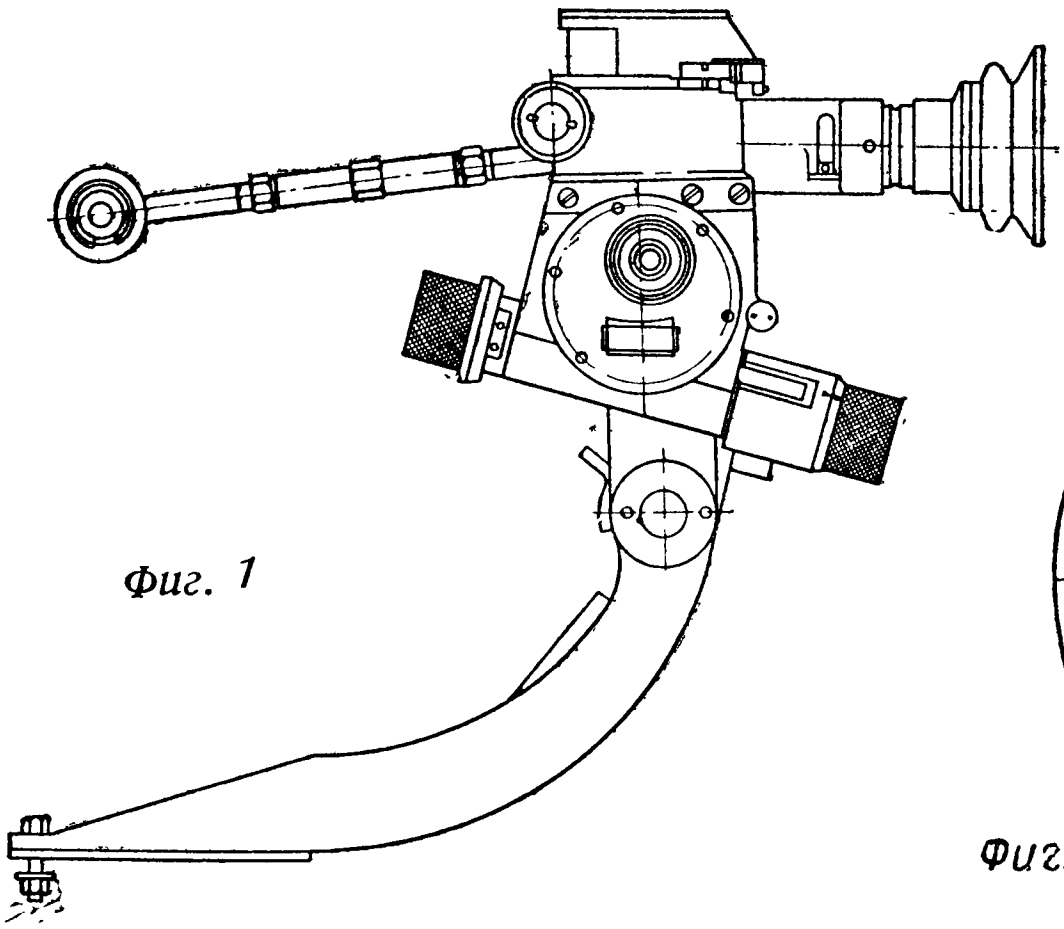
4. ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИЦЕЛА

А. Установка прицела на пулемете

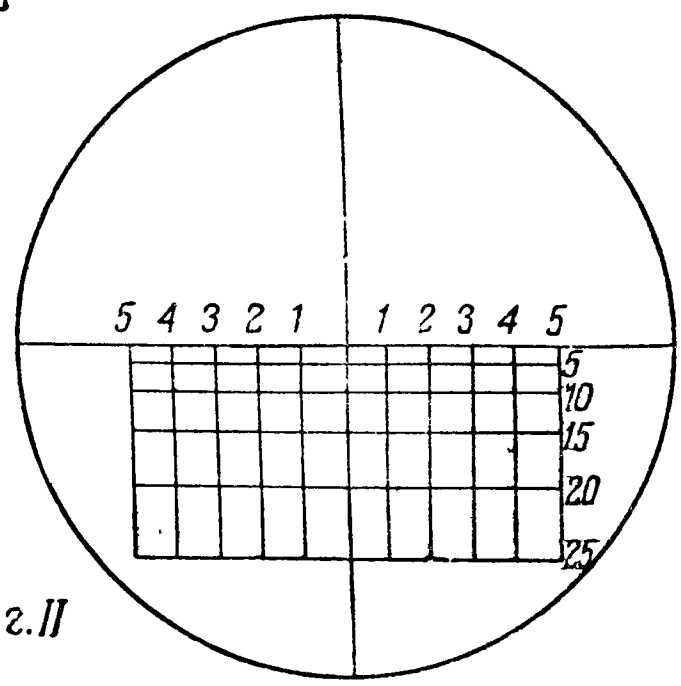
Прицел на пулемете может устанавливаться или на пальце, который непосредственно укреплен на коробе пулемета, или на специальном кронштейне (рис. 56, фиг. *I* и *IV*), причем качание пулемета передается прицелу с помощью тяг параллелограма.

Б. Поверка нулевой линии прицеливания

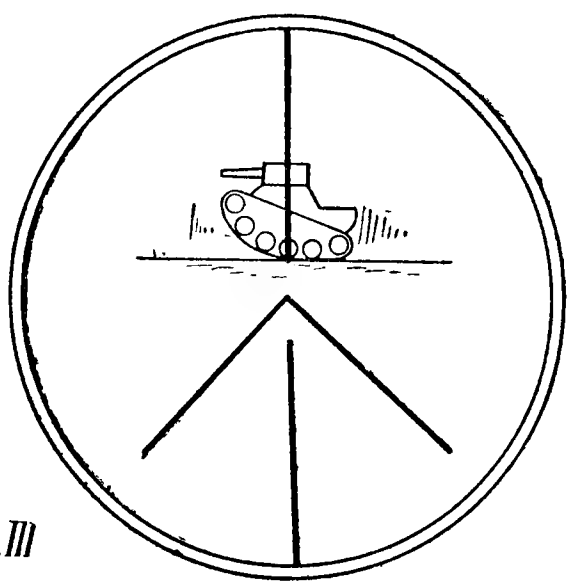
Поверка нулевой линии прицеливания заключается в том, что оптическая ось панорамы при установке шкал углов прицеливания и углов местности на нуль и шкалы угломера на 30—00 должна быть параллельна оси ствола пулемета, и ось уровня при этом также должна быть параллельна оси ствола.



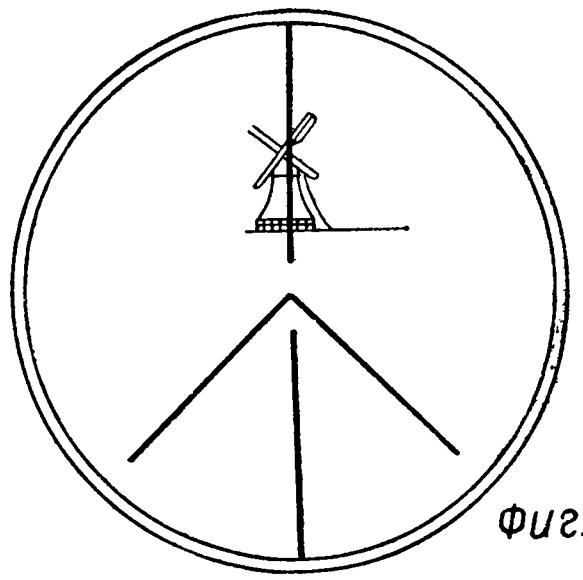
Фиг. 1



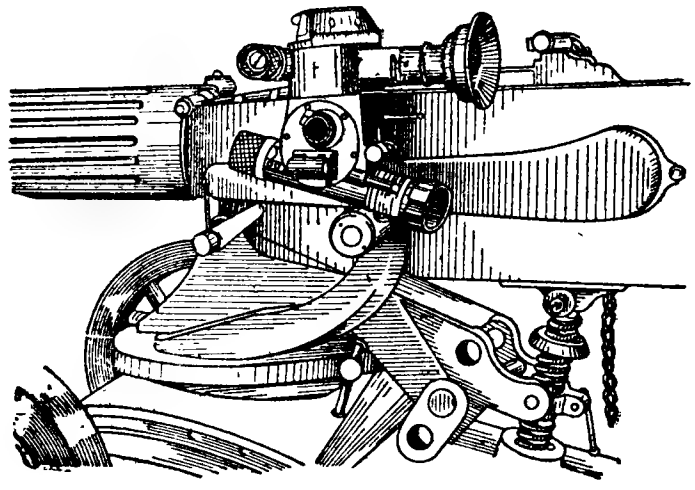
Фиг.II



Фиг.III



Фиг.IV



Фиг.V

Рис. 56. Общий вид и схема устройства пулеметного прицела.

Эта поверка производится наводкой оси ствола пулемета на отчетливо видимую удаленную точку (не ближе 500 *м*). Если при этом визирная линия прицела не совмещается с точкой наводки, то следует ослабить шкалу горизонтальной наводки на барабанчике, навести на точку наводки и снова закрепить шкалу на нуле. Совмещение с точкой наводки в вертикальной плоскости можно осуществить поворотом всего прицела с помощью установочных винтов.

В. Содержание, уход и хранение прицела

Содержание, уход и хранение прицела должны отвечать общим требованиям, относящимся к оптическим приборам военного назначения.

Г. Принадлежности к прицелу

К принадлежностям оптического прицела ПП относятся:
1) набор ключей и отверток;
2) кожаный колпачок, надеваемый на голову панорамы;
3) колпачок, надеваемый на палец пулемета;
4) ящик, в котором хранится оптический прицел.

Д. Применение оптического пулеметного прицела для противотанковой пушки

Приспособление оптического прицела ПП для противотанковой пушки заключается в следующем.

В поле зрения введена специальная сетка (рис. 56, фиг. *II*) для стрельбы по подвижным целям и применены дистанционные шкалы, отвечающие данной балистике противотанковой пушки.

Сетка служит для установки по ней углов прицеливания на орудии соответственно расстоянию до цели и для боковых поправок на ход цели. Горизонтальные нити сетки, расположенные ниже центра крестовины, имеют сбоку цифры 5, 10, 15, 20, 25, соответствующие дистанциям до цели: 500, 1000, 1500 и т. д. метров. Вертикальные штрихи, обозначенные цифрами 1, 2, 3, 4, 5 от центра крестовины в обе стороны соответствуют боковым поправкам в 10, 20, 30 и т. д. тысячных дистанции (рис. 56, фиг. *II*).

При пользовании сеткой цель наводят на точку пересечения тех вертикальных и горизонтальных штрихов, которые соответствуют данной дистанции и боковой поправке. Пересечение штрихов, обозначенное на рисунке кружком, служит для наводки на цель, удаленную на 1500 *м*, и для поправки на ход цели в 30 тысячных дистанции.

Учет дистанции и боковых поправок по сетке имеет целью ускорить наводку при стрельбе по быстро движущимся целям, однако при этом точность учета дистанций и боковых поправок значительно меньше, чем при пользовании внешними шкалами. Поэтому во всех случаях, когда это допускается боевой обстановкой, нужно пользоваться внешними шкалами, а не сеткой.

ГЛАВА V

ВООРУЖЕНИЕ ТАНКОВ

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Среди объектов вооружения мотомеханизированных войск после империалистической войны наиболее широкое применение получили различные типы танков. Эти машины прежде всего отличаются большой проходимостью. Такие препятствия, как ручьи, широкие канавы, изгороди, кусты и молодой лес, проволочные заграждения, танку не страшны и он преодолевает их, даже не меняя направления своего движения; даже скаты не круче 40—45° не могут задержать движение танка (рис. 57).

На фиг. *1* дан схематический чертеж устройства типового танка. Вместо обычных колес танк имеет гусеницу, основной частью которой являются металлические ленты *1* (гусеницы), состоящие из соединенных между собой стальных звеньев (траков). Эти ленты надеваются на два больших колеса *2* и *3* (звездочки), из которых одно *2* направляющее (гладкое) и другое *3* ведущее, имеющее зубцы, входящие в отверстия траков и тем приводящие ленту в движение. Сам корпус танка опирается на ленты гусеницы с помощью катков *4*. Увеличение поверхности соприкосновения с почвой ленты гусеницы позволяет танку свободно двигаться даже по грунту, в котором обычные колеса глубоко увязли бы. На шасси танка помещается бронированный корпус *5*, внутри которого находятся двигатель, обычно помещающийся сзади, артиллерийское и стрелковое вооружение, команда танка и все необходимые механизмы для водителя танка, визирования, наводки и стрельбы.

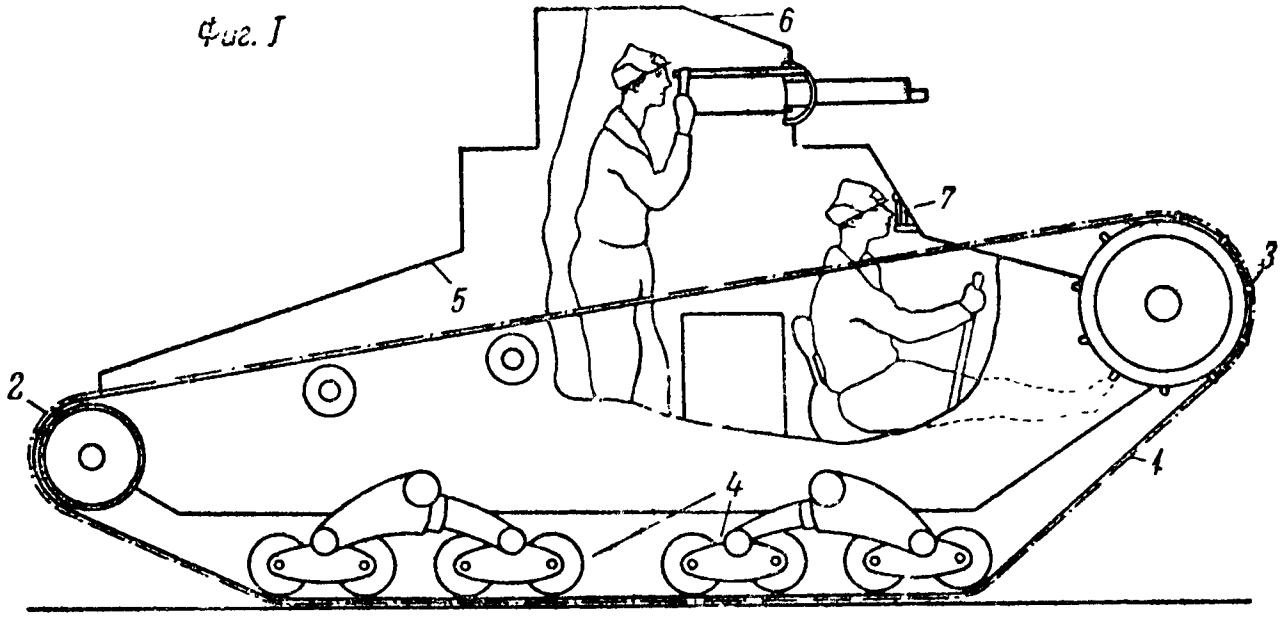
Вооружение танков состоит из пулеметов, автоматических пушек и орудийных установок, помещающихся в одной или двух вращающихся башнях *6*. Пулеметы и танковые пушки снабжены оптическими прицелами специального устройства.

Для совместных согласованных действий с другими танками, для наблюдения за местностью и для управления движением машины в стенках броневой коробки танка имеются щели для наблюдения, закрытые специальным слоистым стеклом (триплекс) *7*, а также устанавливаются оптические визиры, в большинстве случаев несущие обязанность и визирных устройств на танковых прицелах. Основным средством связи танков является радио.

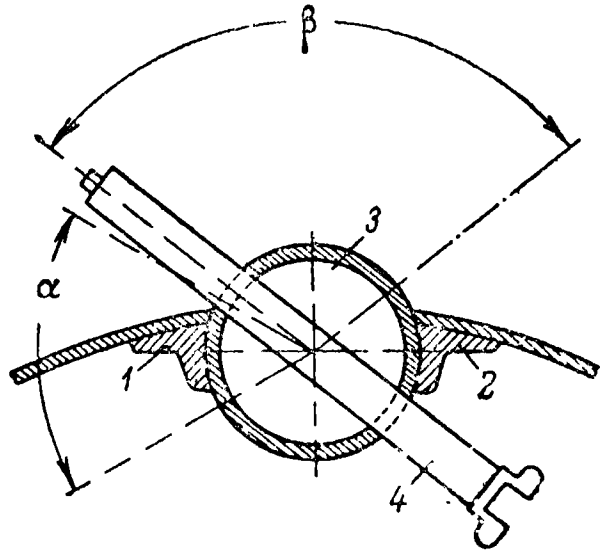
Современные танки как боевые машины обладают следующими положительными свойствами:

а) мощностью ближнего артиллерийского орудийного и пулеметного огня. Орудийный огонь танков ведется от 1000 *м* и ближе по неприятельским танкам, противотанковым пушкам, артиллерийским батареям и другим целям, неуязвимым для пулеметного огня. Пулеметный огонь танков ведется по войсковым колоннам, группам войск и по более мелким целям на дистанции 800—600 *м* и ближе;

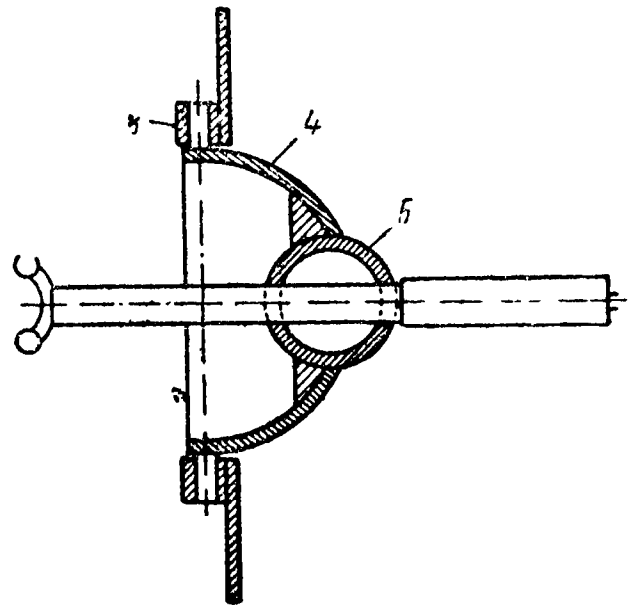
Фиг. I



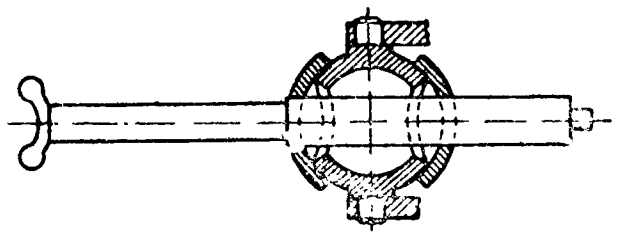
Фиг II



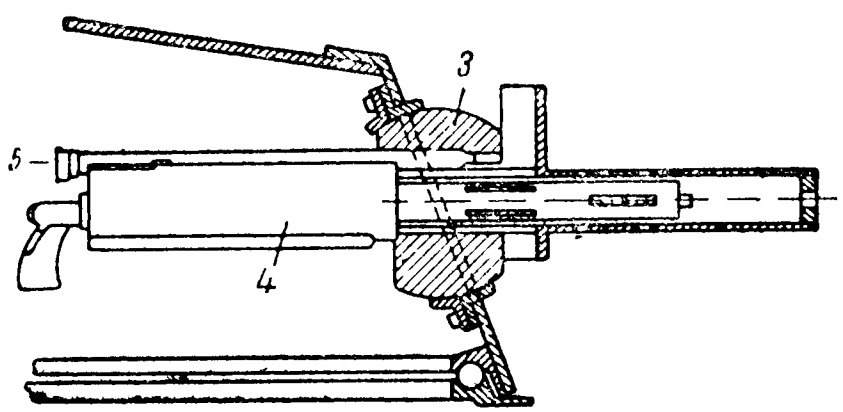
Фиг III



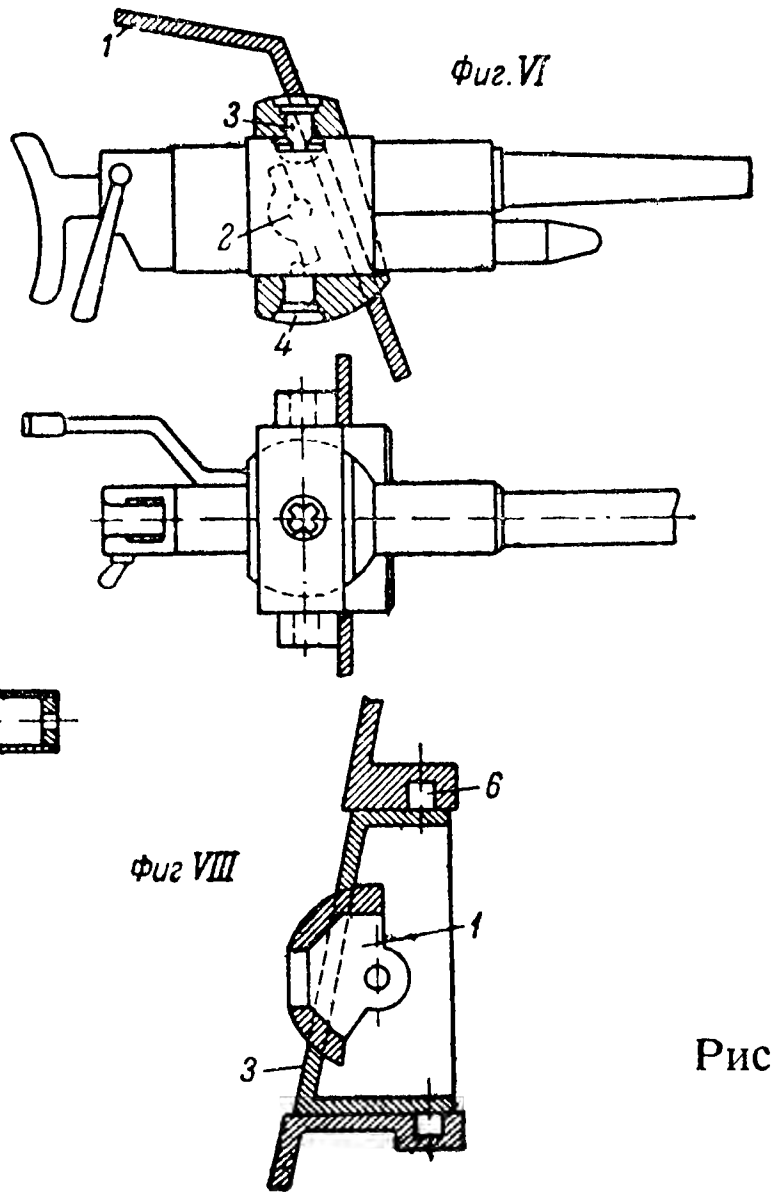
Фиг IV



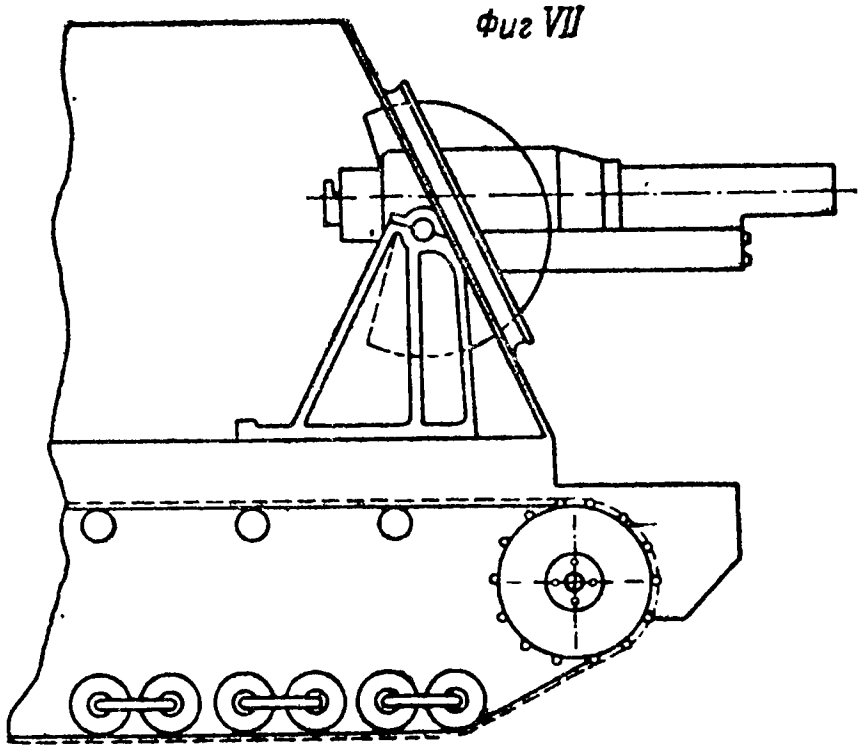
Фиг V



Фиг. VI



Фиг VII



Фиг VIII

Рис. 57. Схема установки вооружения в танках.

б) относительной неуязвимостью для ружейного и пулеметного огня противника, осколков снарядов и действия одиночных ручных гранат. Броневая защита в соединении с большой подвижностью и силой танкового огня является средством, обеспечивающим танки от поражения их противотанковыми орудиями и огнем артиллерии противника. Эти свойства делают танки также наилучшим противотанковым оружием;

в) максимальной скоростью движения (от 15 до 35 *км/час*) и боевой скоростью (от 10 до 25 *км/час*), обеспечивающими стремительность и силу удара и возможность одновременного поражения по всей глубине современного боевого порядка обороны;

г) большой радиус действия (от 100 до 250 *км*), огромный размах и оперативно-тактическая подвижность танков, сочетаемая с большой ударно-пробивной способностью, делают их наиболее дальнобойным оперативным средством в руках командования;

д) способностью преодолевать различного рода естественные и искусственные препятствия, как-то: переходить через канавы и окопы, снарядные воронки, брать подъемы до 45°, проходить вброд речки и рвать проволочные заграждения противника;

е) большой ударно-пробивной способностью (живой силой), могущей быть использованной для уничтожения открытых живых целей, пулеметов и батарей противника, а также для разрушения различных противотанковых препятствий;

ж) современным быстро действующим средством связи — радио, обеспечивающим возможность управления танковыми частями в самых сложных условиях боя, использовать их подвижность для внезапного появления в решающих пунктах удара;

з) сильным моральным действием на противника, являющимся следствием разрушительного материального воздействия на него танков;

и) возможностью движения ночью и в тумане с помощью гирокомпасов.

Отрицательными свойствами танков являются:

а) ограниченность наблюдения из танка и трудность наблюдения;

б) уязвимость прямыми попаданиями артиллерийских снарядов, особенно при стрельбе прямой наводкой бронебойными снарядами;

в) большая уязвимость от огня фугасного действия (мины, фугасы);

г) трудность маскировки вследствие значительных размеров танков и их внешних резких очертаний, шума мотора и гусеницы и следов, оставляемых гусеницей.

д) трудность обеспечивания танков в бою средствами боевого питания, ремонта и восстановления.

Танкам приходится выполнять самые различные задачи, требующие от них различных боевых свойств. Это привело к тому, что мотомеханические части в настоящее время снабжаются несколькими основными типами танков.

2. ТИПЫ ТАНКОВ

А. Танки-разведчики

Это танкетки и сверхлегкие танки (3—5 *т*), служащие для усиления разведки пехоты и конницы. Обычно танки-разведчики вооружаются пулеметом или мелкокалиберной пушкой. Они расположены во вращающейся башне, чтобы иметь возможность производить круговой обстрел.

Для целей разведки в последнее время стали создавать очень легкие плавающие танки-амфибии. Корпус этих танков водонепроницаемый, а для движения в воде имеется гребной винт, работающий от основного мотора танка. Для устойчивости танки-амфибии имеют по бокам деревянные брусья, обшитые железом. Скорость танков-амфибий в воде до 10 *км/час*.

Типичными свойствами танка-разведчика являются: малые размеры, достаточная боевая скорость (15—20 *км*), большой радиус действия (150—200 *км*), легкая броня, не пробиваемая ружейными бронебойными пулями, и достаточная проходимость.

Б. Танки-истребители

Эти танки совместно с артиллерией служат для подавления и уничтожения огневых средств противника — его пулеметов и орудий — и для остановки его танков и бронемашин.

Танки-истребители имеют более толстую и прочную броню, чем разведчики, обладают большей скоростью и бóльшим радиусом действия. Мощное артиллерийское вооружение позволяет им бороться с танками противника. Они имеют круговой обстрел, и нужно очень близко приблизиться к ним (10—8 *м*), чтобы попасть в мертвое пространство.

Танки этого типа бывают легкие — до 11 *т* веса — и средние — до 25 *т*. Одни из этих танков прокладывают проходы в проволочных заграждениях, уничтожают огневые средства противника и легкие полевые укрепления; другие, наиболее быстроходные, используются для преследования, для участия в глубоких налетах в расположение противника и для борьбы с его мотомеханическими частями.

Таким образом танки-истребители являются основной группой боевых машин, способных решать разнообразные боевые задачи против живой силы противника, прóтив его огневых объектов, противотанковых орудий и артиллерийских батарей. По мощности артиллерийского вооружения (45 и 76-*мм* пушки) они являются вместе с тем и решающим средством для борьбы с танками противника. Они имеют большие боевые скорости и большой радиус действия (200—250 *км*). Броневая защита 13—16 *мм*. Проходимость этих танков такая, что обеспечивает преодоление всех наиболее типичных полевых препятствий.

В. Танки прорыва

Эти танки, весом в несколько десятков тонн и с прочной, непробиваемой противотанковыми пушками броней, сильно вооружены несколькими пулеметами и пушками. Благодаря этому проходимость и разрушительная сила такого танка чрезвычайно велики. Обычно танки прорыва действуют массами (ротами и батальонами). Вслед за ними в проделанные проходы в расположение противника врываются танки-истребители и пехота.

Таким образом танки прорыва являются тяжелыми боевыми машинами с мощной броней, имеющими на вооружении две-три и более пушек больших калибров (45 *мм*, 76 *мм* и 107 *мм*) и несколько пулеметов. Состав команды от 6 до 15 человек. Обладая большой ударной и огневой силой, эти танки способны преодолевать все полевые препятствия и могут разрушать все существующие типы полевых укреплений.

Г. Специальные танки

Сюда относятся саперные танки, химические, штабные, радиотанки и другие. Эти танки предназначаются в бою для обслуживания основных типов боевых машин. Устройство и технические данные этих танков обусловливаются их назначением.

Практика современных войн показала, что танк является могучим средством наступления. Это средство становится еще более эффективным, если танки выступают в массовом количестве; поэтому принцип масового их применения узаконен всеми уставами и наставлениями. Брошенные одновременно в количестве нескольких тысяч штук танки способны прорвать фронт на большом протяжении, быстро перебросится в тыл неприятеля, очистив за собой дорогу мотомехчастям, коннице и пехоте. Уязвимость современного танка значительно уменьшилась вследствие увеличения боевой скорости и наличия толстой брони высокого качества. По последним сведениям, новая модель танка Кристи при весе 7,75 *т* имеет скорость по песчаному полю на гусеницах 68 *км*.

3. УСТАНОВКА ВООРУЖЕНИЯ В ТАНКАХ

В современных танках пулеметы и пушки устанавливаются преимущественно во вращающихся башнях. Однако есть танки, где орудие или пулемет устанавливается непосредственно за броневой стенкой, например в танках Кристи и Шнейдера. Преимущество установки во вращающейся башне — это круговой обстрел на 360°, независимо от направления движения танка. Что касается особенности конструкции танковых орудий, то они существенно не отличаются от обыкновенных орудий. Как правило, орудие в танке должно обслуживаться одним человеком и поэтому, в целях увеличения скорострельности, все его действия должны быть по возможности механизированы. В зависимости от формы орудия применяются различные виды

крепления орудий в стенке башни. Различают установки: а) шаровые, б) цилиндрические, в) конические и г) тумбовые.

а) На фиг. *II* и *V* (рис. 57) представлена принципиальная схема конструкции шаровой установки для пулемета. Конструкция выполняется в виде сплошного или полого шара *3*, сквозь который проходят пулемет *4* и прицельный визир *5* (рис. 57, фиг. *V*). Шар обхватывается с наружной стороны стенкой броневого корпуса *2*, а с внутренней кольцевым броневым угольником *1*. Для возможности иметь хороший поворот шара и надежную опору угол α обхвата шара должен быть не менее 60°. Возможный угол обстрела β в данном случае получается около 100°. Для увеличения угла обстрела до 140° применяют двойные шаровые установки (рис. 57, фиг. *III*). Малый шар *5* укреплен в большом полушаре *4*, который вращается около вертикальных цапф *8*. На фиг. *IV* и *V* показаны еще разные варианты шаровых установок.

б) Конструкция цилиндрических установок несколько сложнее шаровых. Такая установка показана на фиг. *VI* (рис. 57). Деталь *3* является литым корпусом и вращается вокруг горизонтальных цапф *2*, подвешенных на броневой стенке *1*. При вращении вокруг этих цапф производится вертикальная наводка, а при вращении цилиндра *3* вокруг цапф *4* — горизонтальная наводка.

в) Конические установки являются разновидностью цилиндрических и применяются преимущественно в косых броневых стенках. На фиг. *VIII* изображена такая установка. В броневой стенке на вертикальных цапфах *6* вращается внешний конусообразный броневой щит *3*; в нем помещается шаровая установка *7* со вставленным в нее пулеметом.

г) Установки на тумбе (фиг. *VII*) принципиально не отличаются от подобных установок крепостных и морских башенных орудий, но выполнены в уменьшенном масштабе.

4. ТАНКОВЫЕ ПРИЦЕЛЫ

Первые танки в качестве прицельных приспособлений имели обыкновенную мушку и целик. Помимо недостатков, присущих неоптическим визирам в применении к танковому вооружению, неоптическое прицельное устройство обладает еще тем неудобством, что при использовании смотрового отверстия в маске, которое не делается более 20 *мм*, поле зрения для глаза стрелка, помещенного от этого отверстия на 600—700 *мм*, не превосходит 2—1,5°. Необходимость применения на вооружении танка оптических прицелов вызвана еще тем, что визирное приспособление прицела можно одновременно использовать для непосредственного наблюдения из танка на все 360° по горизонту, как это сделано в прицельном приспособлении танковой панорамы.

По методу наводки танковые установки можно разделить на два основных типа: установки с плечевым упором и установки с подъемным механизмом. В соответствии с этим и танковые прицелы делятся на телескопические прицелы для орудий и пулеметов с плечевым упором

и панорамные перископические прицелы для орудий и пулеметов с подъемным механизмом. В установках первого типа наводчик производит стрельбу по тому же принципу, как у винтовки с упора; при этом глаз наводчика перемещается одновременно с орудием, а потому и окуляр прицела должен также перемещаться с орудием. К типам телескопических прицелов относятся:

а) прицел ТОП с системой призм для установки углов прицеливания;

б) прицел ПЯ со шкалами углов прицеливания в поле зрения;

в) прицел для больших углов местности цели.

В установках с подъемным механизмом наводчик сидит на сиденье, связанном с башней. При вращении маховичка подъемного механизма орудие перемещается относительно наводчика, который остается неподвижным, а следовательно, окуляр прицела должен оставаться неизменным относительно глаза наводчика. Это условие осуществляется в перископических прицелах. Такой прицел устанавливается в крыше башни, так что его головная часть возвышается над башней на 100—150 *мм*, а окуляр приходится против глаза наводчика. Качание самой пушки в вертикальной плоскости передается на головную призму прицела с помощью параллелограма или какого-либо механического приспособления для той же цели.

К оптической системе танковых прицелов предъявляются следующие требования:

а) увеличение зрительной визирной трубы должно быть достаточным для опознания на дистанциях до 1,5 *км* мелких целей, например противотанковых орудий, пулеметных гнезд, а также для распознавания на дистанциях не менее 1000 *м* своих войск от войск неприятеля. При этом нужно иметь в виду, что большие увеличения, при условии наблюдения из движущегося танка, будут давать смазывание картины при толчках и качке на ходу машины;

б) поле зрения прицела должно обеспечить непрерывность наводки при стрельбе с хода по движущемуся танку на встречно-параллельных курсах при максимальной скорости относительного движения на дистанциях около 100 *м*. При этом за время выстрела цель не должна выходить из поля зрения;

в) светосила оптического визира должна быть нормальной, т. е. зрачок выхода не меньше *6 мм*, что позволяет пользоваться прицелом даже в сумерки и предрассветной мгле;

г) удаление выходного зрачка должно обеспечивать возможность наблюдения в противогазовой маске.

Поставленным требованиям удовлетворяют оптические визирные трубы прицелов со следующими данными: увеличение—2×до 2,5×, поле зрения — 25—30°, светосила — не менее 36, удаление выходного зрачка от последней поверхности окуляра — не менее 23 *мм*.

Для возможности наблюдения в прицел на ходу машины окуляр прицела должен быть снабжен соответствующими наглазниками и налобниками. Стрельба по целям, представляющим опасность для жизни машины, требует возможно скорой и непрерывной наводки.

Поэтому шкалы для стрельбы бронебойными снарядами и шкалы боковых поправок, как правило, должны быть в поле зрения визирной трубы прицела. Точность прицеливания в танках зависит от точности установки дистанции до цели, от точности наводки и от точности предварительной выверки прицела.

ГЛАВА VI

ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЙ ПРИЦЕЛ ДЛЯ ТАНКОВ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИЦЕЛА

Прицел предназначается для точной наводки мелкокалиберных скорострельных орудий и пулеметов из танков по подвижным и неподвижным наземным целям для дистанции до 800—1000 *м* и, в случаях стрельбы из неподвижного танка, на дистанции до 3500 *м*.

Тактико-технические требования, предъявляемые к прицелам малокалиберных танковых пушек. Требования эти сводятся к следующему:

а) прицел должен быть возможно компактным по габаритам и простым в пользовании им;

б) он должен обслуживаться одним наводчиком, который должен производить установку нужных углов прицеливания и боковых поправок;

в) он не должен расстраиваться от сотрясений при стрельбе и передвижении танка по неровной местности;

г) он должен обеспечивать точность наводки для углов прицеливания и для углов боковых поправок до 2 тысячных дистанции;

д) предел установки углов прицеливания от 0 до 12°;

е) предел установки углов боковых поправок ±50 тысячных дистанции.

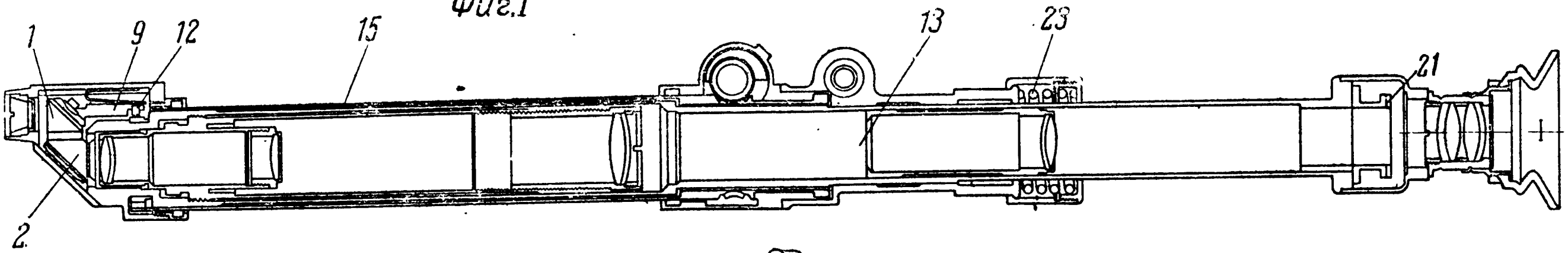
2. ОСНОВА КОНСТРУКЦИИ

В основу конструкции прицела положена земная зрительна труба, которая дает возможность устанавливать углы боковых поправок по шкале в плоскости второго действительного изображения местности, а углы прицеливания устанавливать в вертикальной плоскости путем качания одной из двух отражательных призм, поставленных перед объективом системы. Таким образом в данном типе прицела угломерные приспособления для углов горизонтальной и вертикальной наводки осуществляются механизмами, входящими непосредственно в оптическую систему прицела, что делает прицел компактным по габариту и простым в исполнении.

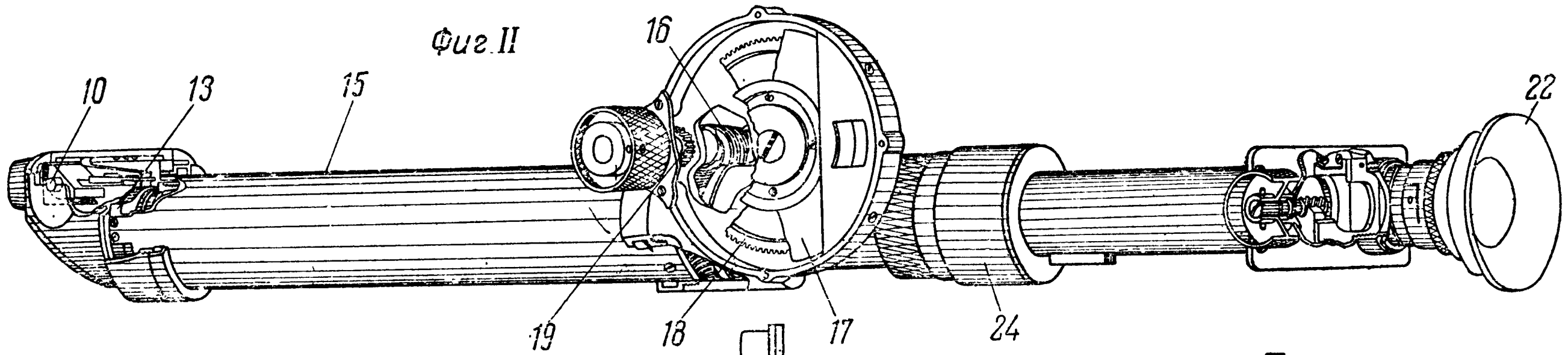
А. Оптические данные

Оптическая часть прицела представляет собою обыкновенную систему земной зрительной трубы с линзами оборачивающей системы и конденсором в фокальной плоскости объектива. В системе применен симметричный окуляр с удаленным выходным зрачком для возможности работать в противогазовой маске.

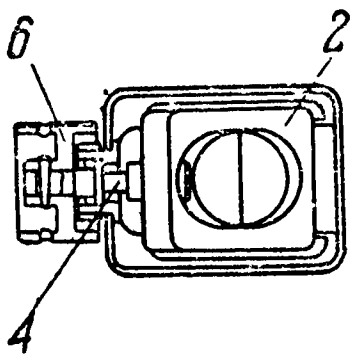
Фиг.I

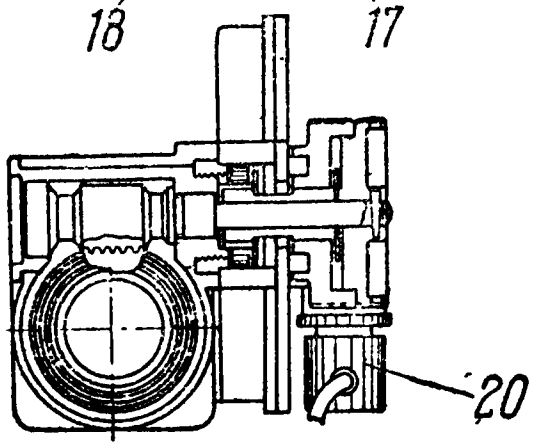


Фиг.II



Фиг.III





Фиг.IV

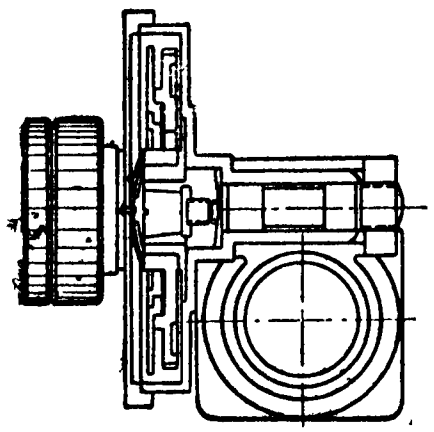


Рис. 58. Схема танкового телескопического прицела.

В головной части прицела помещены две прямоугольные отражательные призмы, одна из которых, а именно *2*, укреплена неподвижно перед объективом, а другая *1*, имеющая возможность качаться вокруг горизонтальной оси, укреплена над призмой *2*. Отверстие входного зрачка вынесено перед призмами. В фокусе второй оборачивающей линзы помещено плоскопараллельное стекло *13*, на котором нанесена горизонтальная шкала для установки боковых поправок визирования в пределах ±50 тысячных дистанции в ту и другую сторону (рис. 58, фиг. *I*). Над шкалой расположена рамка с укрепленной на ней вертикальной нитью. Эта нить, перемещаясь с рамкой в горизонтальном направлении по неподвижной шкале, осуществляет установку визирной линии в горизонтальной плоскости на угол боковой поправки.

Б. Механизм горизонтального отсчета

Подвижная рамка с нитью крепится в подвижной каретке *2* (рис. 58, фиг. *III*), которая частью, обработанной в виде ласточкина хвоста, скользит по соответствующей канавке в детали *21* (фиг. *I*). Сбоку эта каретка имеет разрезную гайку для устранения мертвого хода ведущего винта *4* (фиг. *III*). Для фиксирования вертикальной черты против нуля на шкале боковых поправок коробка имеет пружинный стопор. Ведущий винт имеет маховичок *6* (фиг. *III*) и барабанчик со шкалой для наружной установки углов боковых поправок.

В. Механизм вертикальной наводки

Оправа верхней призмы имеет рычаг *9* (фиг. *I*), а с боков — неподвижные цапфы *10* (фиг. *II*), вокруг которых она вращается, поворачивая визирную линию в вертикальной плоскости. Рычаг имеет возможность менять свою длину продвижением в направляющих оправы призмы и после юстировки закрепляется намертво стопорными винтами *11*. На конце рычаг имеет штифт *12* (фиг. *I*), скользящий по спиральной поверхности кулачка *13* (фиг. *II*). Качание визирной линии от поворота призмы происходит в пределах от 0 до 12°. Качание самой призмы при этом должно быть лишь в пределах от 0 до 6°. Это качание происходит от вращения кулачка *13*, подымающего рычаг *9*. Обратное движение рычага обеспечивается пружиною *14* (рис. 58, фиг. *II*).

Вращение кулачка производится поворотом наружной трубки *15* (фиг. *I* и *II*), палец которой входит в соответствующий паз на нерабочей части кулачка. Вращение трубы *15*, ведущей кулачок, производится червяком *16* с рукояткой на средней части прицельной трубы (фиг. *II*). Диск *17*, несущий шкалу отсчетов вертикальных углов, прикрепляется к большой шестерне *18*, приводимой в движение от малой шестерни *19*, сидящей на оси червяка *16* (рис. 58, фиг. *II*).

Для освещения шкалы применена электрическая лампочка с патроном *20* (фиг. *IV*). На внутренней стороне большой шестерни имеется по окружности канавка с отверстиями для штифта со сто-

порной пружиной. Эти отверстия нанесены соответственно делениям шкалы прицельных углов. Это последнее приспособление служит для слепой установки угла прицеливания по количеству щелчков, произведенных пружинным штифтом. На той же поверхности имеются два ограничительных винта, которые ограничивают угол поворота шкалы в необходимых пределах.

Для удобства совмещения оптической оси прицела с его геометрической осью при выверке перед верхней призмой поставлен оптический клин.

На окуляре приспособлен противогазовый наглазник *22* (фиг. *II*), который может переставляться из положения при наблюдении без противогаза в положение при наблюдении в противогазовой маске.

Г. Механизм крепления прицела на станке орудия

Для того, чтобы обеспечить устойчивое, но не абсолютно жесткое крепление прицела на орудии, применяется пружина *23* (фиг. *I*), которая прижимает прицел конической головной частью в соответствующее отверстие в маске орудия, причем должный натяг пружине дается поджимом гайки *24* (фиг. *II*). Чтобы прицел не мог поворачиваться около своей оси, в кронштейне имеется соответствующая шпонка.

ГЛАВА VII

ПАНОРАМНЫЙ ТАНКОВЫЙ ПРИЦЕЛ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИЦЕЛА

Этот прицел предназначается:

а) для прицеливания при стрельбе из танковой пушки или спаренного с пушкой пулемета, монтированных в поворотной башенной установке;

б) для кругового наблюдения из танка по горизонту.

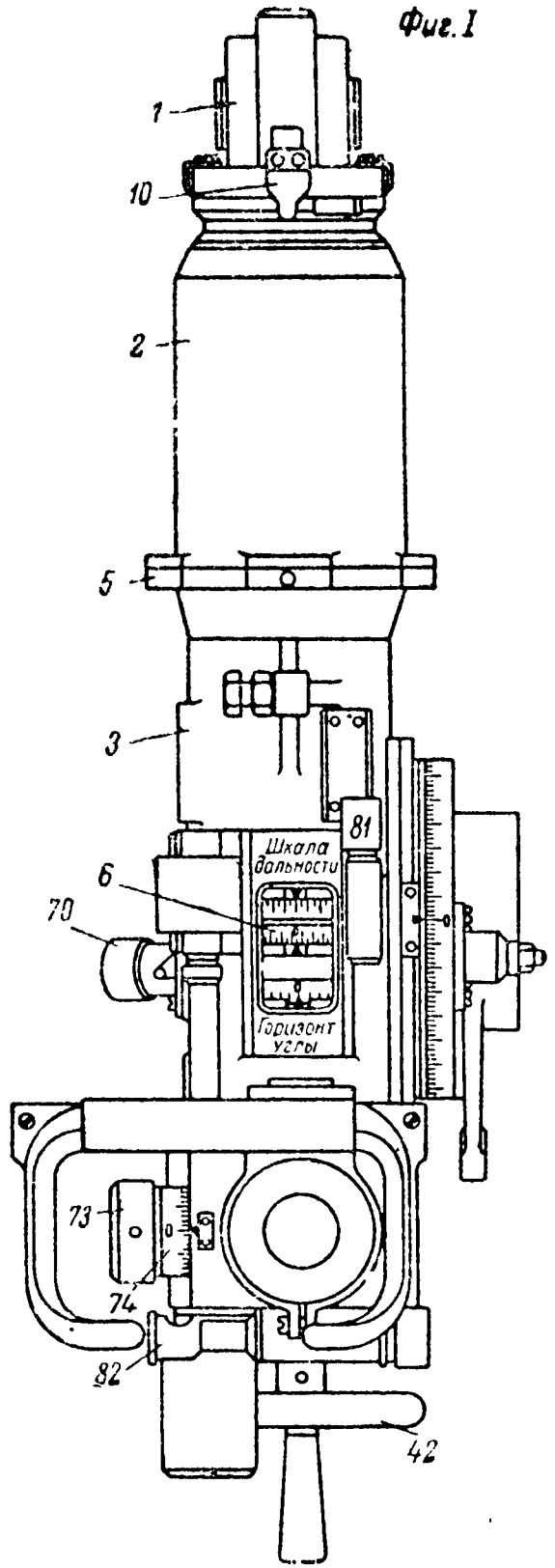
Прицел устанавливается отдельно от пушки в крыше башни, причем горизонтальная наводка производится поворотом всей башни с пушкой и панорамой, а вертикальная наводка — подъемом ствола пушки. Прицел с пушкой связан параллелограмом, передающим на отражательную призму панорамы углы местности.

Независимо от углов местности отражательная призма панорамы получает еще углы прицеливания от установщика прицела по шкале дальностей для данного типа пушки (45-*мм* и 75-*мм* танковые пушки).

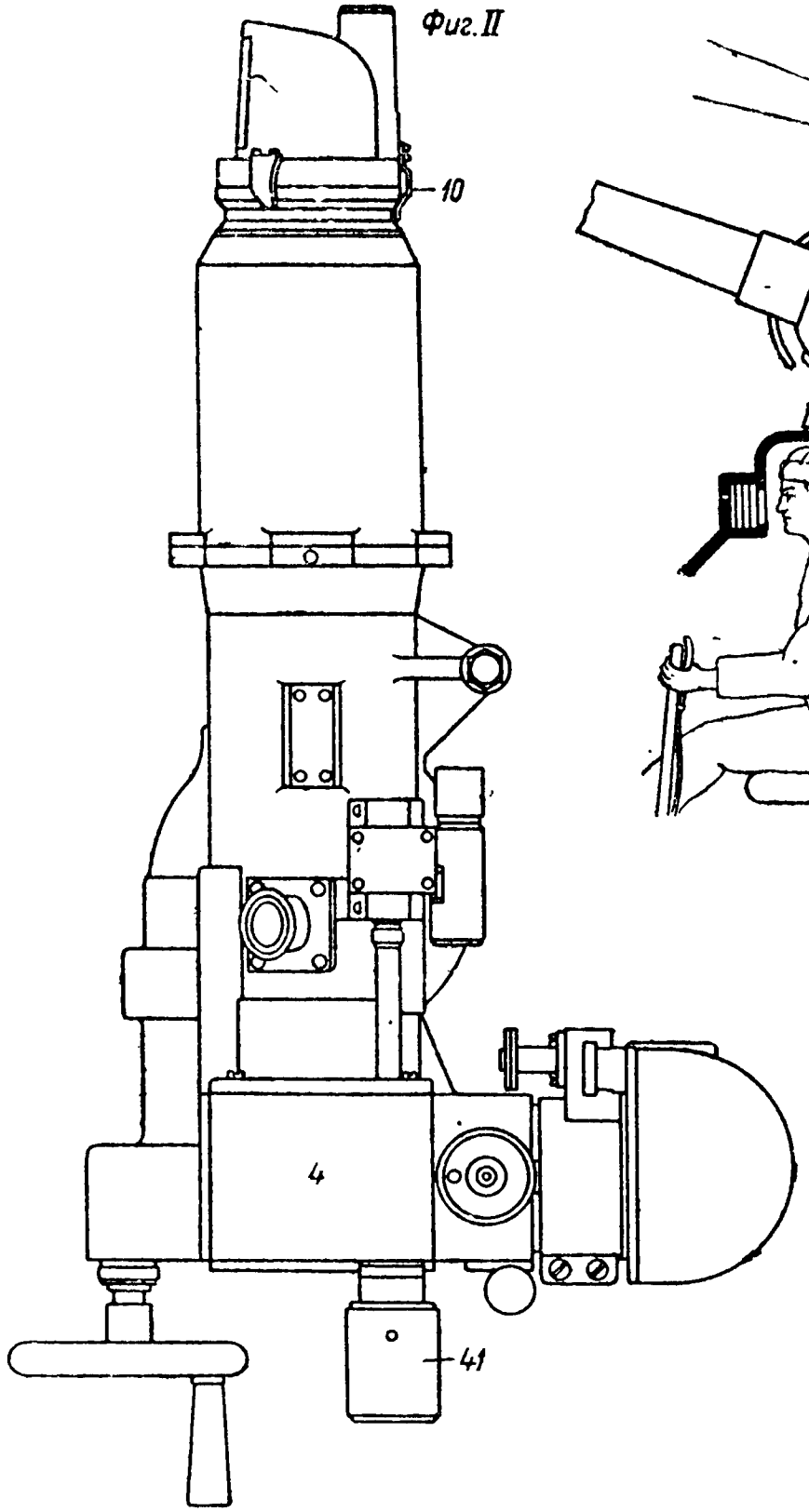
2. УСТРОЙСТВО ПРИЦЕЛА

Прицел устанавливается неподвижно в крыше башни (рис. 59, фиг. *IV*) так, что его головная часть возвышается над крышей, а окуляр приходится против глаза наводчика *1*, сидящего на сидении. Связь панорамы с орудием осуществляется с помощью параллело-

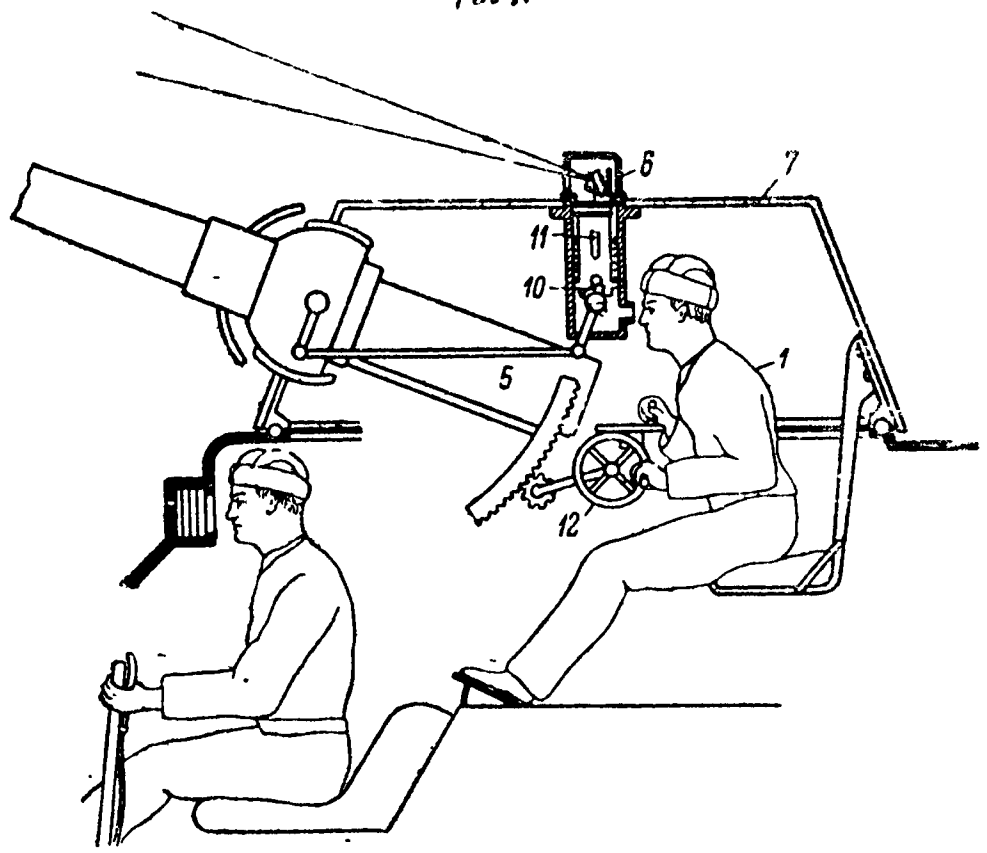
Фиг. I



Фиг. II



Фиг. IV



Фиг. III

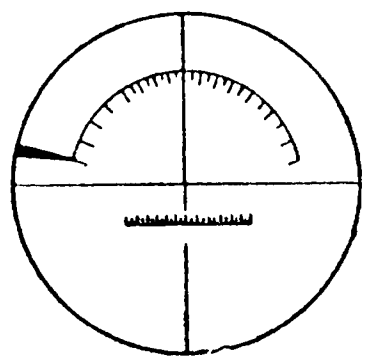


Рис. 59. Схема панорамного танкового прицела.

грама *5*, который при вертикальной наводке пушки вращает кулачок *10*, а этот кулачок поднимает цилиндр *11* и через стержень *6* (рис. 59, фиг. *IV*) качает отражательную призму на такой угол, чтобы наклон визирной линии к горизонту был равен углу наклона ствола пушки плюс угол прицеливания.

Для придания орудию углов прицеливания стержень *6* для качания головной призмы получает дополнительное движение, независимо от кулачка, от рукоятки *41* (фиг. *II*), которая вращает трубу с винтовой нарезкой и вывинчивает из нее верхнюю часть стакана.

Круговое наблюдение с помощью панорамы осуществляется вращением головной части прицела с помощью рукоятки *42* (рис. 59, фиг. *I* и *II*).

3. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИЦЕЛА

Танковый панорамный прицел состоит из следующих основных частей: 1) оптическая система прицела, 2) корпус, 3) головная часть, 4) механизм углов местности, 5) механизм углов прицеливания, 6) механизм кругового обзора, 7) механизм боковых поправок, 8) налобник.

А. Оптическая система прицела

Оптическая система прицела представляет собой панорамный перископ. В него входят следующие оптические детали: головная прямоугольная призма *1*, объектив *2* из двух склеенных линз, конденсор *3* с наклеенной на нем плоскопараллельной пластинкой со шкалой, первая линза *4* оборачивающей системы, выпрямляющая призма Дове *5*, вторая линза *6* оборачивающей системы, крышеобразная призма *7*, крестовина *8* и окуляр *9* из пяти линз с удаленным выходным зрачком (рис. 62).

Сетка (рис. 58, фиг. *III*) состоит из двух шкал и перекрестия прицельных нитей. Нижняя шкала — для учета боковых поправок — нанесена в тысячных дистанции через четыре тысячных дистанции и занумерована цифрами через восемь тысячных дистанции. Деления нанесены в пределах до 52 тысячных дистанции от нуля вправо и влево. Кольцевая шкала — дистанционная — нанесена в гектометрах до 36 гектометров для 45-*мм* пушки и до 32 гектометров для 76-*мм* пушки. Установка по кольцевой шкале выполняется поворотом рукоятки *41* (фиг. *II*).

При прицеливании, действуя на подъемный механизм орудия и поворотный механизм башни, совмещают цель с центром крестовины.

Оптические характеристики прицела следующие: увеличение — 2,5×, поле зрения — 26°, диаметр выходного зрачка — 6 *мм*, удаление выходного зрачка — 23 *мм*, перископичность — 400 *мм*.

Вращение головы панорамы обеспечивает круговой обзор на 360°. Качание головной призмы в вертикальной плоскости дает углы визирования в пределах от —15 до +30°.

Б. Корпус прицела

Корпус прицела состоит из трех частей: верхней *2*, средней *3* и окулярной *4* (рис. 59, фиг. *I* и *II*).

Верхняя стальная хромированная часть соединяется с средней бронзовой с помощью винтов, пропущенных через приливы *5*.

В средней части собраны все механизмы и имеется окно *6*, через которое наблюдаются шкалы. Над окном имеется прилив с отверстием для оси с площадками, служащими для выверки прицела в горизонтальной плоскости.

Приливы *5* служат для закрепления прицела в установочном стакане в крыше башни (фиг. *I*).

В. Головная часть прицела

Голова *1* прицела сделана съемной для возможности замены ее запасной в случае повреждения огнем противника. В корпусе головы помещена отражательная призма *1*, которая может поворачиваться около горизонтальной оси. Это качание совершается с помощью сектора *12*, сцепленного с вертикальным червяком-рейкой *11*, установленным в трубчатом приливе корпуса головы. Червяк может перемещаться вверх и вниз и вращаться вокруг своей оси. Спиральная пружина *16*, закрепленная одним концом на оправе призмы, а другим на внутренней стенке головки, стремится повернуть оправу призмы так, что ось червяка все время нажата вниз (рис. 62).

Если вращать червяк *11*, то он действует на сектор, как на червячное колесо, и будет поворачивать призму, независимо от движения червяка, вверх или вниз. Вращение червяка служит только для юстировки верхней призмы при сборке, и потому в готовой панораме доступ для этого вращения закрывается колпачком на резьбе.

Головная часть крепится на прицеле с помощью конической кольцевой выточки на нижней поверхности корпуса головки и трех лапчатых пружин *10* (рис. 59, фиг. *I* и *II*).

Корпус головки садится конической выточкой на конус опорного кольца *49* (рис. 63), закрепленного на основной трубе *54*. При посадке головки лапки *10* через прорези в опорном кольце вводятся в коническую выточку, после чего головка поворачивается в горизонтальной плоскости слева направо до опорного винта (ограничителя).

Г. Механизм углов местности

Механизм углов местности состоит из стакана *19*, который может перемещаться вверх и вниз при повороте кулачка *24* от рычага *25* при вертикальной наводке пушки. При этом кулачок *24* нажимает на ролик *28*, сидящий на пальце, ввинченный в стакан *19*. Спиральная пружина *21*, которая одним концом упирается в кольцо *21а*, а внизу в выступе на стакане *19* служит для того, чтобы постоянно нажимать стакан вниз. Корпус привода механизма углов местности *26* привинчен четырьмя винтами к корпусу прицела (рис. 60).

В патрубок корпуса привода вставлен цилиндрический выступ кулачка *24*. Снаружи в патрубок корпуса привода вставлена цапфа *29* с закрепленной на ней шкалой углов местности. Цилиндрический выступ кулачка имеет на торце прорезь, в которую входит конический выступ цапфы. Таким образом цапфа, шкала и кулачок представляют собой одно целое. В выточку рычага *25* вложено установочное кольцо *30*, которое боковой конической поверхностью ложится на коническую поверхность выточки рычага. Установочное кольцо соединено с цапфой *29*, а следовательно, и с кулачком шпонкой *32*. Шпонка входит в прорезь на торце цапфы *29* и прикреплена к установочному кольцу винтами. Отверстия в установочном кольце растянуты и через них пропущены установочные винты *31*, ввинченные в рычаг. При отжатых винтах *31* удлиненные отверстия позволяют точно установить установочное кольцо при юстировке прицела (рис. 60).

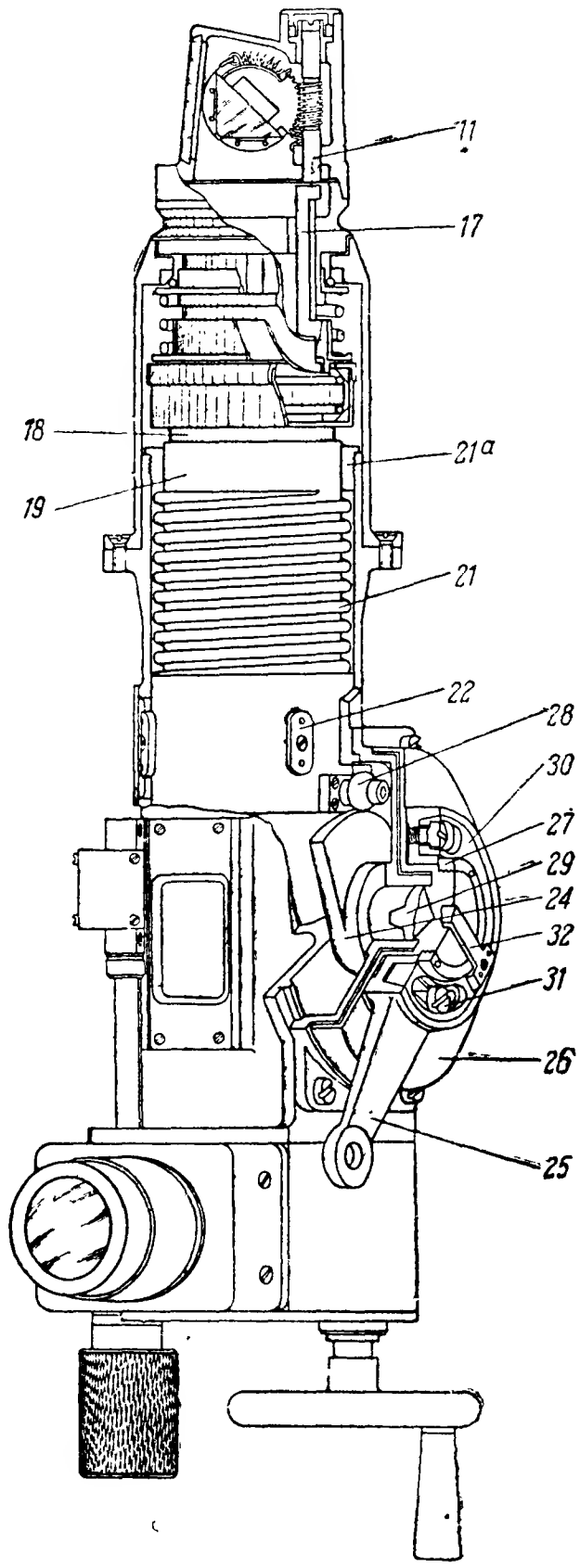


Рис. 60. Схема механизма углов местности прицела.

В стакан *19* ввинчен передаточный цилиндр *18* механизмов углов прицеливания, который верхним срезом упирается в передаточный стержень *17*, приводящий в движение червяк *11* и качающий призму головы панорамы. Направляющие шпонки *22* стакана входят в соответствующие прорези корпуса прицела и позволяют стакану поворачиваться.

Шкала углов местности нанесена в градусах. Одно деление равно одному градусу; цифры нанесены через 5 градусов. Отсчет производится по индексу на корпусе *26* привода углов местности (рис. 60).

Д. Механизм углов прицеливания

Назначение механизма — придать орудию угол прицеливания, отвечающий дистанции до цели.

Снизу в стакан *18* вставлена трубка *33*, связанная со стаканом с помощью шпонок *34*, сидящих в продольных пазах цилиндра *18*. На нижнем конце трубки имеется шестерня *35* и закреплено кольцо со шкалами углов прицеливания *37* и *38* (внешние шкалы). Через окулярную часть корпуса прицела пропущен валик *39* привода углов прицеливания с шестерней *36* и внизу ручкой *41*. Шестерня *36* сцеплена

с шестерней *35*. На валик также насажена шестерня *40* с косыми зубьями, которая сцепляется с шестерней барабана *42*, который несет индекс *42а* в поле зрения окуляра (рис. 61).

При вращении ручки *41* шестерня *36* через шестерню *35* вращает трубку *33*. Трубка через шпонки *34* вращает цилиндр *18*. Так как стакан *19* удерживается от вращения шпонками, то цилиндр будет вывинчиваться из стакана и перемещаться вверх относительно трубки

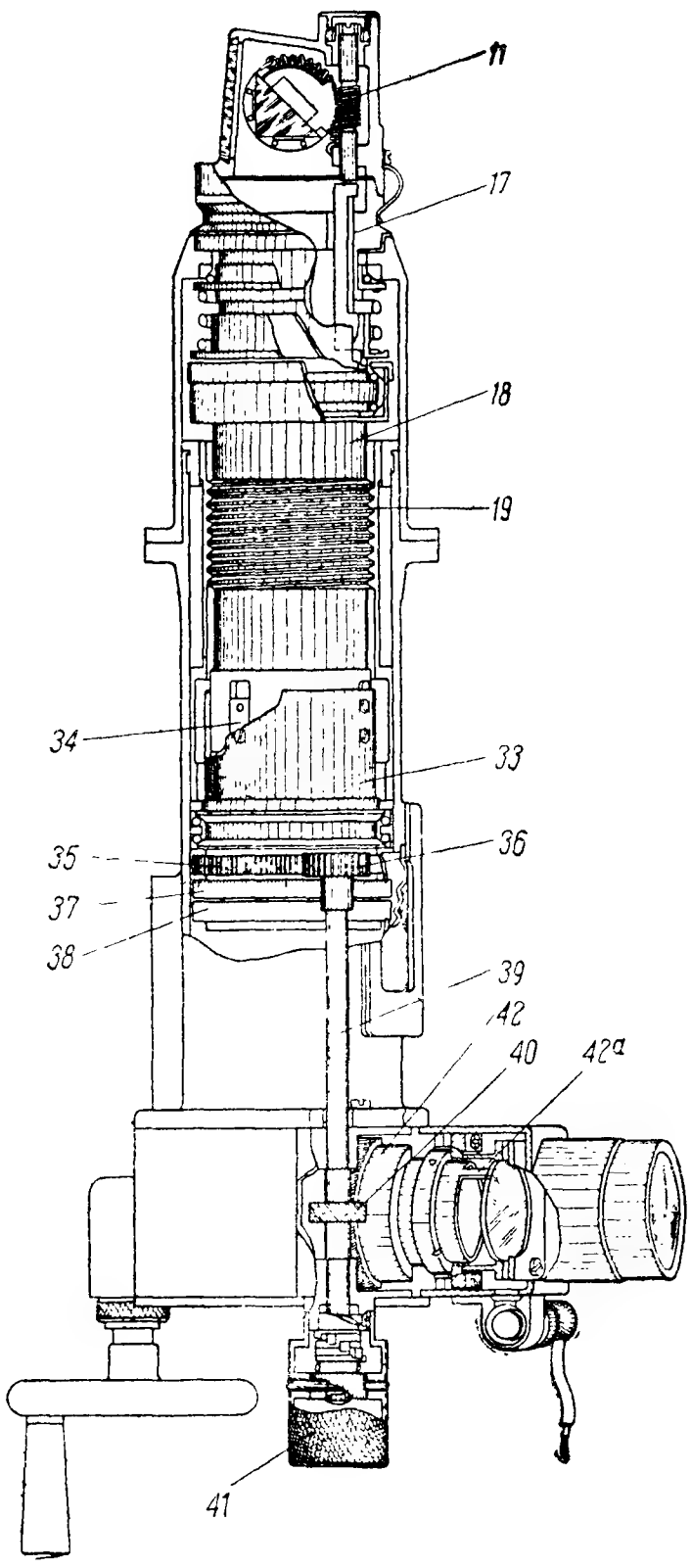


Рис. 61. Схема механизма углов прицеливания.

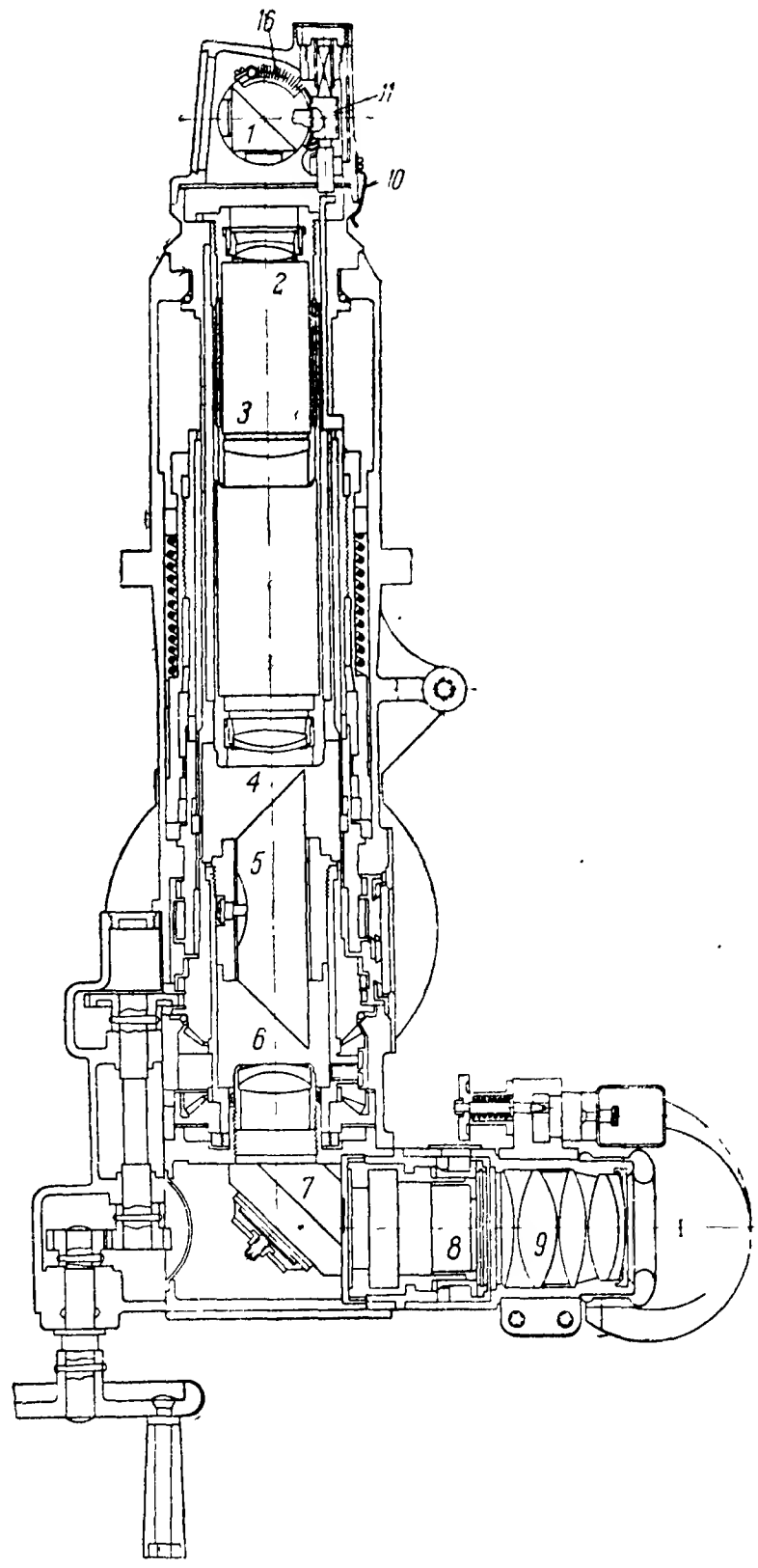


Рис. 62. Схема прицельной панорамы для танковой орудийной наводки.

на величину вертикальных зазоров между шпонками *34* и прорезями в цилиндре. Вместе с цилиндром будут перемещаться вверх стержень *17* и червяк *11*, качающий призму на угол прицеливания.

Таким образом через стержень *17* головная призма получает наклоны от механизма углов прицеливания и от механизма угла местности, причем действия этих обоих механизмов не зависят друг от друга.

Установив угол прицеливания рукояткой *41* и действуя на подъемный механизм пушки до тех пор, пока перекрестие прицельных

нитей не совместится с точкой прицеливания, устанавливают орудие на угол возвышения, равный сумме угла местности и угла прицеливания.

При вращении трубы *33* вращаются и наружные шкалы углов прицеливания *37* и *38*. Установка по этим шкалам выполняется против неподвижных указателей, закрепленных на корпусе прицела (рис. 61).

Внутренняя шкала этих углов нанесена в первой фокальной плоскости на конденсоре *3* (рис. 62), а изображение получается во второй фокальной плоскости, где помещен индекс и подвижная крестовина.

Таким образом в прицеле имеются три прицельных шкалы: две *37* и *38* (рис. 61) наружных и одна внутренняя. Деления прицельных шкал нанесены в гектометрах.

Е. Механизм кругового обзора по горизонту

Назначение этого механизма — обеспечить круговое наблюдение из танка при неподвижном окуляре.

Это наблюдение осуществляется вращением вокруг вертикальной оси головной призмы прицела вместе с объективом, коллективом и первой линзой оборачивающей системы. Призма Дове при этом вращается на угол, вдвое меньший угла поворота головы.

Основной частью механизма является труба *54*, внутри которой закреплена объективная труба. В этой последней собраны объектив, коллектив и первая линза оборачивающей системы. Труба *54* вставлена внутрь цилиндра механизма углов прицеливания и может вращаться вокруг вертикальной оси на верхнем *105* и нижнем *99* подшипниках. К верхнему кольцу основной трубы прикреплено опорное кольцо *49* головки. Вращение трубы *54* производится с помощью привода, помещенного в алюминиевый корпус *57*, прикрепленный с помощью винтов к средней и окулярной частям корпуса прицела.

Внутри корпуса вставлены валики *58* и *60*, которые могут вращаться в своих подшипниках. На нижнем валике закреплен маховик *42* с рукояткой. Вращение валика *60* передается валику *58* с помощью шестеренки *59*. Шестерня *61* сцеплена с шестерней *62* на основной трубе и приводит последнюю во вращение при вращении маховичка *42*.

Два валика введены в этот механизм для того, чтобы дать вращение маховичка и головы панорамы в одну и ту же сторону. Передача от маховичка к основной трубе рассчитана так, что один оборот маховика поворачивает основную трубу и головную призму на угол 180°.

Оправа *65* с выпрямляющей призмой Дове свободно вставлена снизу в основную трубу. Снизу оправа имеет палец с посаженным на него сателлитом *68*. Сателлит снизу сцепляется с неподвижной конической шестеренкой *67*, а сверху с ведущей конической шестеренкой *66*, составляющей одно целое с основной трубой *54*.

Описанный механизм позволяет поворачивать призму Дове на угол, вдвое меньший, чем поворот головы панорамы, что необходимо для выпрямления изображения в фокальной плоскости окуляра.

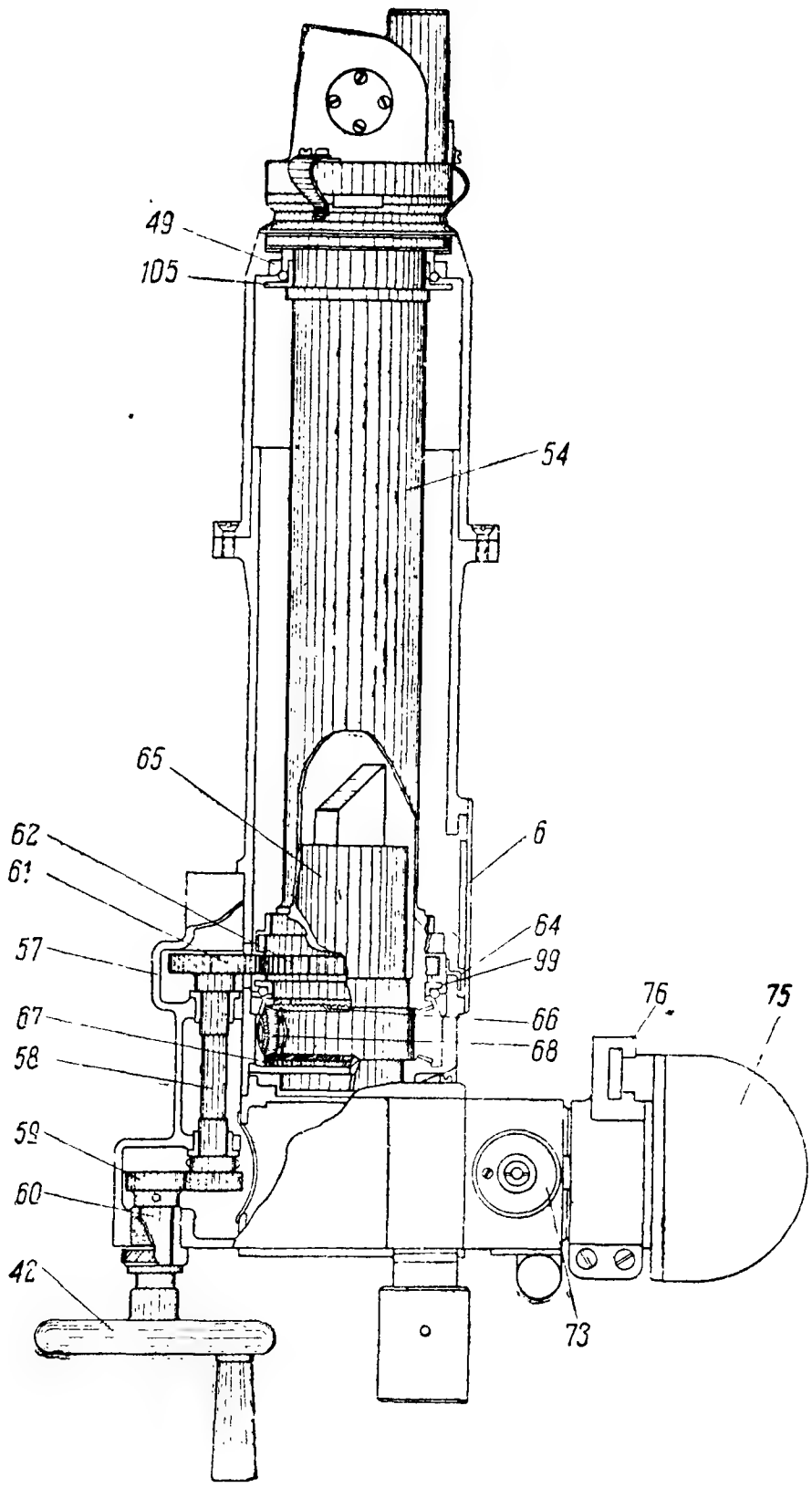


Рис. 63. Схема механизма горизонтальной наводки.

Отсчет угла поворота головы панорамы производится по шкале *64*, нанесенной на кольце, закрепленном на основной трубе. Шкала *64* наблюдается в нижней части окна *6* в корпусе прицела (рис. 63); она нанесена в градусах при цене одного деления 2°. Деления обозначены цифрами через 10 градусов от 0 до 180° вправо и влево, причем цифры правой половины красные, а левой — черные. Отсчет горизонтальных углов производится по индексу, укрепленному на корпусе прицела.

Для перехода от кругового наблюдения к стрельбе необходимо, чтобы головная призма автоматически устанавливалась в такое положение, при котором оптическая ось прицела была бы параллельна оси канала орудия. Для этой цели служит стопор *70* (рис. 59). Действие стопора таково, что его стержень под давлением пружины заскакивает в отверстие основной трубы и не позволяет повернуть маховик *42* (рис. 63). Отверстие стопора в основной трубе расположено с таким расчетом, что заскакивание стопора происходит тогда, когда нулевое деление шкалы горизонтальных углов установлено против указателя. Для выключения стопора при круговом обзоре поворачивают рифленую рукоятку против часовой стрелки до тех пор, пока направляющий винт стопора не заскочит в вырез на скошенном ребре рукоятки, а стержень стопора при этом выйдет из отверстия в основной трубе.

Ж. Механизм боковых поправок

Назначение механизма — учитывать поправки стрельбы на деривацию, свою скорость и скорость движения цели, а также определять величины отклонения разрывов снарядов.

Учет боковых поправок производится перемещением перекрестия в поле зрения вправо и влево от среднего положения. Крестовина перемещается вращением маховичка *73* (рис. 63), при этом рамка со стеклом перемещается в горизонтальном направлении. Величина поправки отсчитывается по шкале, нанесенной на коллективе и наблюдаемой в фокальной плоскости окуляра. Указателем шкалы служит вертикальный штрих перекрестия.

Кроме этой внутренней шкалы, для боковых поправок имеется еще шкала *74* (рис. 59), нанесенная на маховичке *73*. Деления нанесены вверх и вниз от нуля до 50 тысячных дистанции через две тысячных. Указатель шкалы *74* укреплен на корпусе прицела (рис. 59).

4. НАЛОБНИК

Налобник служит для предохранения головы стрелка от ударов об окуляр прицела при наблюдении и стрельбе на ходу.

Резиновый налобник *75* крепится на оправе *76* (рис. 63), привинченной к дуге налобника. На окуляре прицела закрепляется винтами основание налобника. Дуга налобника вставляется в поперечный паз основания и может перемещаться при пользовании правым или левым глазом.

Для смягчения ударов лбом о резину налобника к налобнику прикреплена подушка из губчатой резины, обшитой кожей. Оправа окуляра, кроме того, защищена еще резиновым кольцом.

При пользовании прицелом ночью предусмотрено освещение шкал и перекрестия электрическими лампочками *81* и *82* (рис. 59).

ГЛАВА VIII

ПРИЦЕЛЫ ДЛЯ МОРСКОЙ И КРЕПОСТНОЙ КРУПНОКАЛИБЕРНОЙ АРТИЛЛЕРИИ

1. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПРИЦЕЛОВ

Характерным типом этих прицелов является прицел Виккерса, устанавливаемый на отдельных крепостных, палубных и казематных орудийных установках (рис. 64).

Этот прицел устроен таким образом, что позволяет наводить орудие с обеих сторон станка (сдвоенный прицел).

Главные части прицельного устройства следующие:

а) два кронштейна;

б) два трубодержателя;

в) передняя соединительная тяга;

г) задняя соединительная тяга;

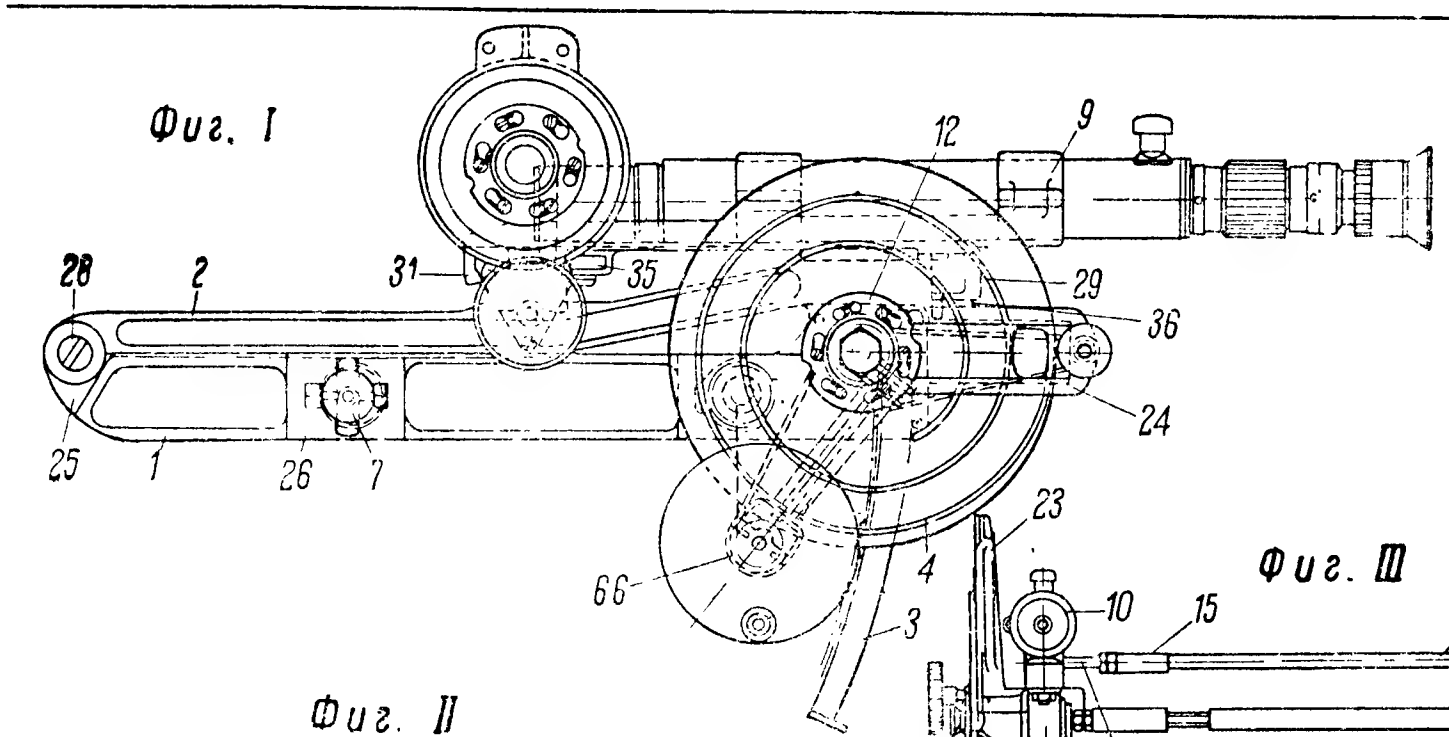
д) подъемный механизм прицела с приводом для диска расстояний;

е) поворотный механизм прицела с приводом диска горизонтальных поправок.

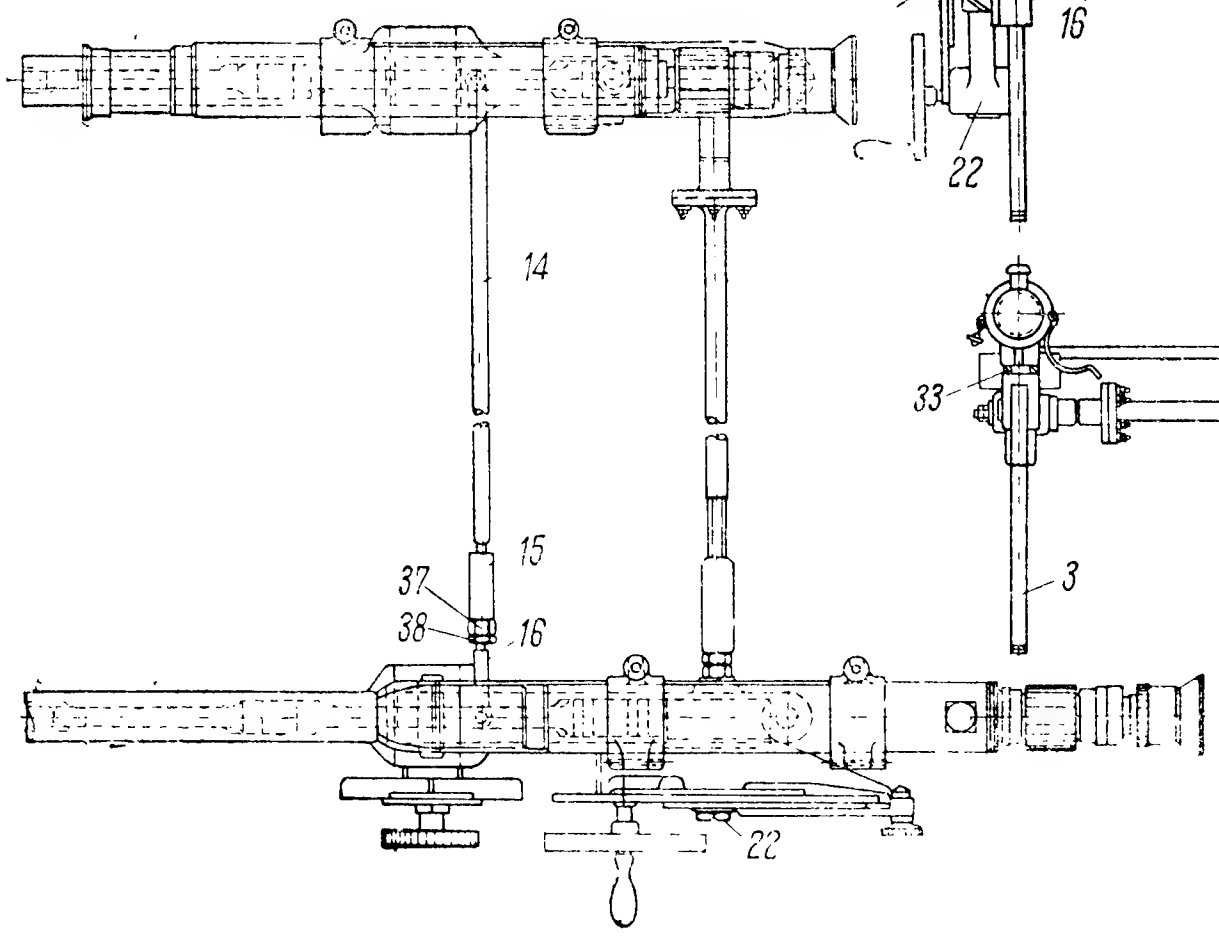
А. Кронштейны прицелов

Кронштейны (рис. 64, фиг. *I*) изготовлены из стали, и каждый из них состоит из двух частей: неподвижной *1* и подвижной *2*. Часть *1*—

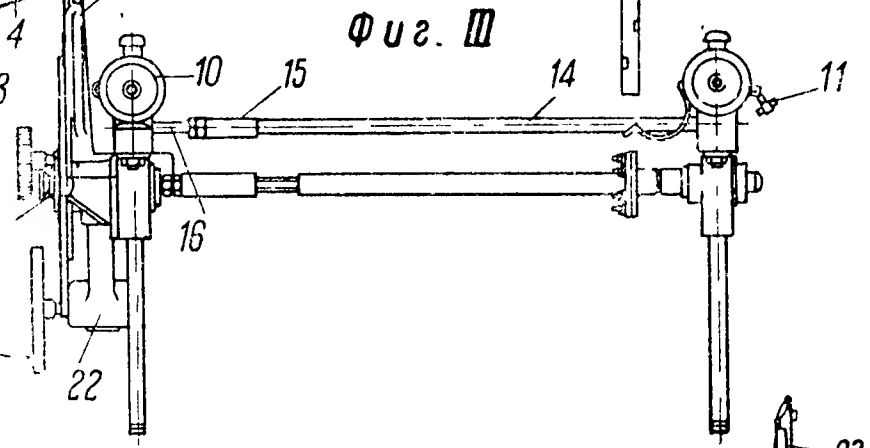
Фиг. I



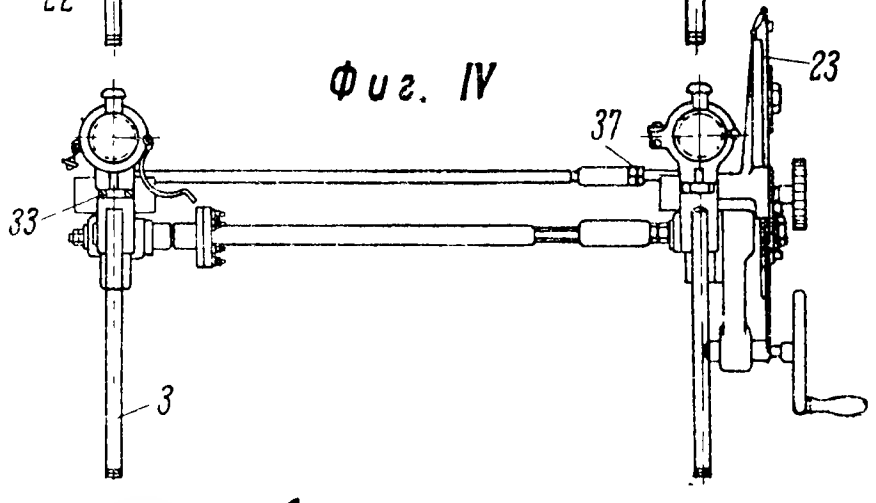
Фиг. II



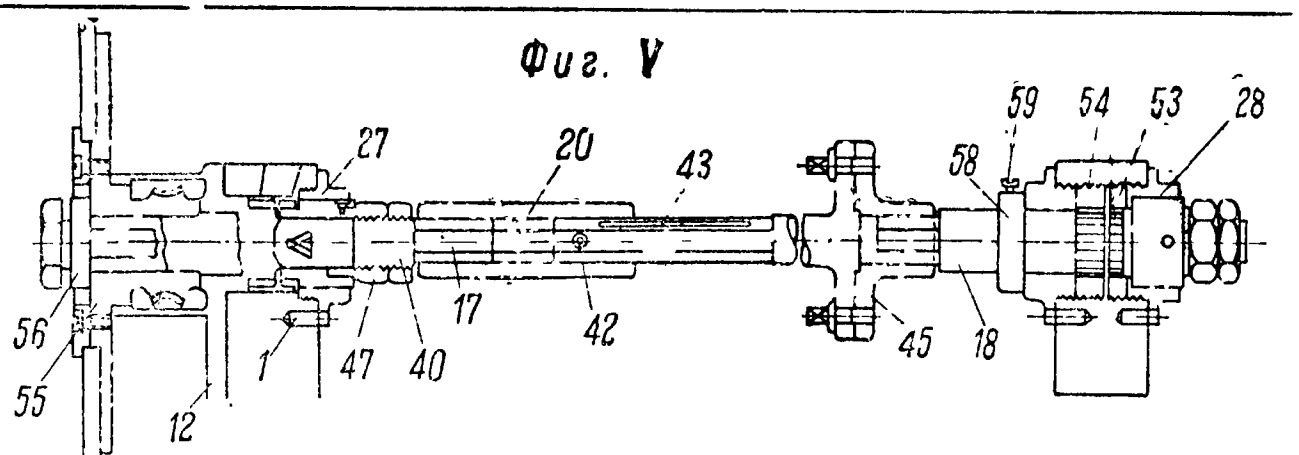
Фиг. III



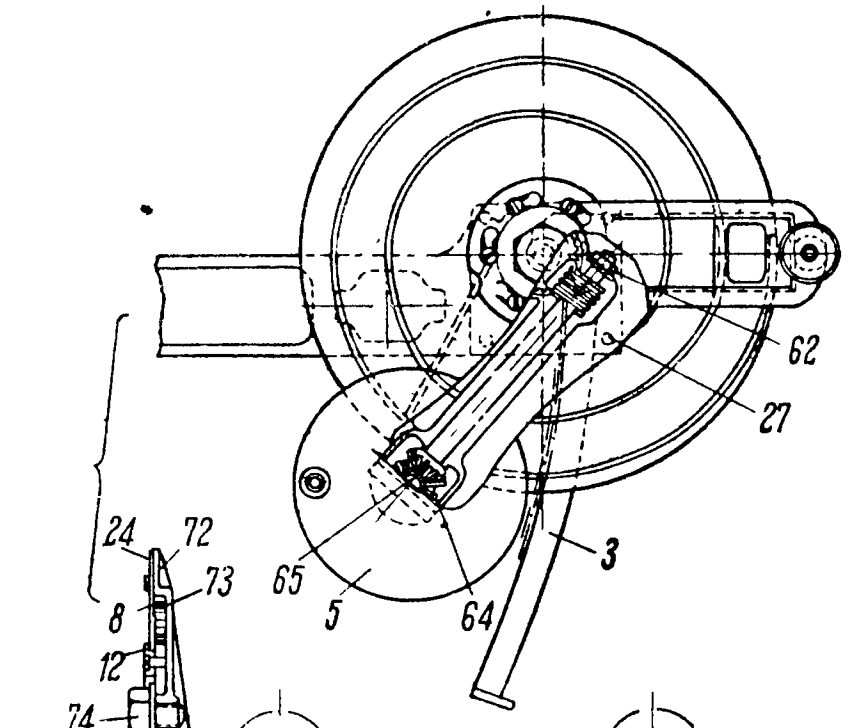
Фиг. IV



Фиг. V



Фиг. VII



Фиг. VI

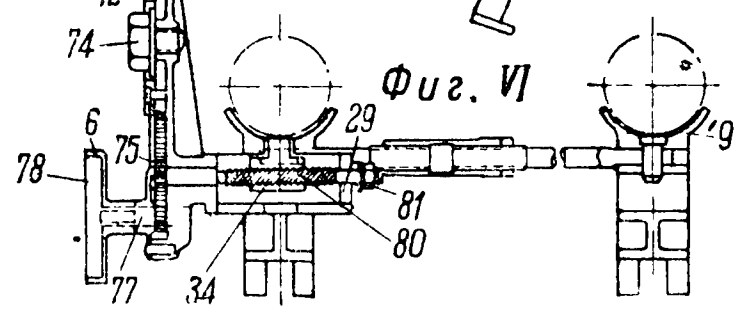


Рис. 64. Схема прицела для морских и крепостных орудий.

двутаврового сечения ⊥⊤. В переднем конце она оканчивается ушком *25* с отверстием для соединения с подвижной частью. В местах *26* сделаны круглые отверстия с продольными прорезями. Этими отверстиями кронштейн надевается на головки муфт и крепится Т-образными болтами *7*. Прорези дают возможность быстро снять прицел.

К заднему концу левого кронштейна крепится четырьмя винтами *27* кронштейн *22* подъемного механизма прицела (рис. 64, фиг. *II* и *VII*).

В вертикальных прорезях обоих кронштейнов ходят прикрепленные к подвижным частям кронштейнов зубчатые дуги *3* подъемного механизма прицела (рис. 64, фиг. *III*) под углом 1°30′, чтобы автоматически вводить поправки на деривацию. В каждую прорезь вложен с одной стороны бронзовый вкладыш, а в противоположной стенке сделано цилиндрическое углубление, куда входит головка вкладываемой в прорезь пружины, которая давлением на зубчатую дугу прижимает ее к вкладышу и тем устраняет шатание дуги, а значит и прицелов при разных положениях последних.

Подвижная часть кронштейна *2* также двутаврового сечения. В переднем конце она оканчивается вилкой, которую надевают на ушко *25* неподвижной части кронштейна *1*, и скрепляется с ней шарнирной осью-винтом *28*. В расширенной средней части сделан паз, куда вдвигается коробка *29*, прикрепляемая четырьмя винтами (фиг. *I*).

На левом кронштейне эта коробка представляет одно целое с коробкой *23* (фиг. *III* и *IV*) диска горизонтальных поправок. По коробкам *29* скользят передние концы трубодержателей *9* (фиг. *VI*) и захватами *31* (фиг. *I*) заходят под выступы коробок.

На передних сторонах коробок прикреплены двумя винтами планки *33* (фиг. *IV*), на которых выгравированы и окрашены в черный цвет стрелки. Отверстия в этих планках продолговатые, что дает возможность, ослабив винты, передвигать планки при поверке прицелов.

В коробке *29* левого кронштейна сделан поперечный прямоугольный паз, в котором при вращении маховика поворотного механизма прицела передвигается надетый на бесконечный винт ползун *34* (фиг. *VI*) и передвигаются трубодержатели с трубами в ту или другую сторону.

На заднем конце кронштейна находится продолговатое с закругленными краями вертикальное отверстие, куда вкладывается головка зубчатой дуги подъемного механизма. Ближе к заднему концу имеется второе отверстие для оси трубодержателя.

Б. Трубодержатели

Трубодержатели имеют вид жолоба для помещения в них телескопических прицельных труб. Передними концами трубодержатели скользят по коробкам, прикрепленным к подвижным частям кронштейнов, и удерживаются на коробках захватами *31* (фиг. *VII*) за выступы коробок. На передних сторонах захватов выгравированы стрелки

для установки против них, после окончательной проверки прицелов, стрелок на планках, прикрепленных к коробкам подвижных частей кронштейнов.

В прямоугольные отверстия *35* (рис. 64, фиг. *I*) вставляется концами передняя соединительная тяга и закрепляется шпильками, пропускаемыми сверху через отверстия в жолобах. Шпильки эти закрепляются снизу разводными шпильками. Осями на задних концах трубодержатели вставляются в отверстия подвижных частей кронштейнов. На выходящие из отверстий концы осей надевается пара пружин Бельвиля и навертываются гайки *36*, после чего вставляются разводные шпильки (фиг. *I*).

Каждый из трубодержателей снабжен двумя откидными наметками *10* (фиг. *III*) для закрепления зрительных труб. Наметки застопориваются откидными крепительными винтами *11* (фиг. *III*). В переднем конце левого трубодержателя имеется отверстие, где при собранном прицеле помещается головка ползуна.

В. Передняя соединительная тяга

Передняя тяга служит для параллельного перемещения обоих прицелов в горизонтальной плоскости относительно орудийной установки и для регулировки прицелов. Тяга соединяет передние концы трубодержателей и состоит из двух частей *14* и *16* (рис. 64, фиг. *III*), соединенных между собой муфтой *15*. В одном конце каждой части тяги сделано отверстие. Этими концами они вставляются в отверстия *35* выступов трубодержателей и закрепляются в них шпильками (фиг. *I* и *II*). Другие концы, имея обратные нарезки, соединяются муфтой *15*, один конец которой имеет шестигранную головку *37* для ключа. После регулировки прицелов муфта закрепляется гайкой *38*, навинченной на часть *16* тяги (фиг. *II*).

Г. Задняя соединительная тяга

Эта тяга помещается в задних концах неподвижных частей кронштейнов и служит для выдвижения дуг обоих прицелов. Тяга состоит из трех частей *40*, *17* и *18* (рис. 64, фиг. *V*). Для правой части *18* тяги подшипниками служат две втулки *28*, ввинченные в правый кронштейн прицела, для левой части *40*—втулка *27*, ввинченная в отверстие левого кронштейна прицела. Эти втулки одинаковы по устройству и закреплены наглухо стопорными винтами, головки которых после ввинчивания срезаны.

Средняя часть *17* тяги соединяется с левой частью *40* муфтой *20*, которая надвигается на шестигранную головку части *40* и удерживается на месте крепительным винтом (фиг. *II*), который ввинчивается в муфту и проходит сквозь нее в тягу через отверстие *42* в тяге. Шестигранный конец части *17* такой же длины, как и муфта, так что последняя может быть надвинута на нее и тогда выйдет из сцепления с частью *40*. В направляющем пазу *43* ходит пятка винта, ввинченного наглухо в муфту *20*.

Другой конец части *17* оканчивается диском *44* с цилиндрической пяткой, которая служит для центрирования средней и правой частей тяг и которая входит в углубление соединительного диска *45*. Последний надет на шестигранную головку части *18* и скрепляется с диском *44* шестью винтами. Эти винты своими гладкими частями проходят через продолговатые отверстия в диске *44*, а нарезными частями ввинчиваются в отверстия соединительного диска *45*. При ослабленных винтах можно немного повернуть часть *18* в ту или другую сторону для уничтожения мертвого хода между зубчатой дугой и шестеренкой (фиг. *V*).

С частью *40* соединяется гайка *47* и с частью *18* — гайка *48*. Часть *40* имеет две шпонки, которые входят в винтовые пазы гайки *47*. Такое соединение позволяет поворачивать гайку *47* относительно части *40*. Таким же образом соединена гайка *48* с частью *18*. Гайки *47* и *48* закрепляются контргайками.

Часть *40*, которая также имеет зубцы *54*, вместе с гайкой *47* вставляется через отверстие втулки *27* в кронштейн *22* (фиг. *III*). На выходящий из кронштейна конец надевается винтовое колесо *55*, которое закрепляется на части *40* болтом *56*. Часть *18* имеет зубцы и вводится в кронштейн *1* прицела с наружной стороны и закрепляется шайбой *58* со стопорным винтом *59*.

Части *40* и *18* тяги служат для передачи движения зубчатым дугам. Зубцы на части *40* тяги, а также на части *18*, составляют попарно как бы разрезные шестеренки (фиг. *V*).

Если при поверке прицелов в вертикальной плоскости будет замечено, что один прицел отстает от другого, то это указывает на неодинаковость мертвых ходов в зубчатых дугах.

Д. Подъемный механизм прицела

На цилиндрический выступ диска винтового колеса *55* надевается диск дистанций *4*, который удерживается на месте нажимным кольцом *12* (фиг. *I*).

Дистанционные диски (рис. 64, фиг. *V*, *VI*, *VII*, *VIII*) изготовлены из белого металла и с обеих сторон на них выбраны спиральные канавки. По спирали на одной стороне диска нанесены деления в кабельтовых для боевых зарядов, на другой стороне — для практических зарядов. В спиральной канавке ходит выступ передвигающегося индекса.

В диск *56* винтового колеса *55* ввинчены шесть винтов. В нажимном кольце *12* сделано шесть продолговатых отверстий (рис. 64, фиг. *V*). Часть каждого отверстия равна диаметру винта. Нажимное кольцо надевается отверстиями на винты и поворачивается, причем под головки винтов подходят выступы в отверстиях. После этого винты нажимаются с помощью отвертки. Такое устройство дает возможность быстро устанавливать и менять дистанционные диски.

С винтовым колесом сцепляется червяк, который вкладывается в гнездо в наклонной части кронштейна и удерживается от продольных перемещений фланцами этого гнезда. Когда червяк поставлен на место, в отверстие наклонной части кронштейна вкладывается

валик *62* с коническим колесом, пропуская конец его сквозь шестиугольное отверстие в червяке и сквозь круглое отверстие кронштейна. Валик удерживается гайкой (рис. 64, фиг. *VII*).

Коническое колесо *63* сцепляется с коническим колесом *64*, которое составляет одно целое со своим валиком *65* (фиг. *VII*). Валик *65* вращается в полуцилиндрических углублениях кронштейна *1* и крышки *66* (фиг. *I*). От продольного перемещения в одну сторону валик *65* удерживается коническим колесом, а в другую сторону — заплечиком на нем. На наружном конце валик несет маховичок *5*, который закрепляется на валике чекой. Стальные зубчатые дуги *3* верхними концами закреплены в подвижных частях кронштейна прицела и сцепляются своими зубцами с зубцами *53* и *54* (фиг. *V*).

При вращении маховика *5* вращается скрепленный с ним валик *65* с коническим колесом *64* (фиг. *VII*). Червяк приводит во вращение винтовое колесо *55* вместе с дистанционным диском *4* и частью *40* тяги (фиг. *V*). Части *40* и *18* тяги соединены между собой средней частью *17* при помощи муфты *20* и соединительного диска *45*, а потому вместе с винтовым колесом *55* будет вращаться вся задняя тяга и дуги одновременно будут опускаться или подниматься, а вместе с ними и трубодержатели с трубами.

В спиральную канавку дистанционного диска *4* входит выступ индекса, который при действии подъемного механизма прицела получает поступательное движение по направляющей раме *24* (фиг. *I*). Индекс сделан в виде рамки с одним треугольным выступом на каждой стороне; выступы эти скользят в треугольных направляющих пазах рамы *24*.

Направляющая рама *24* своим полукруглым вырезом на конце надевается на цилиндрическую часть болта *56* (фиг. *V*) между его головкой и фланцем *56*. С другого конца рама прижимается к кронштейну подъемного механизма прицела барашком *71* (фиг. *III*). Барашек навинчивается на конец болтика, шпонка которого входит в паз отверстия рамы *24*. Болтик входит в полукруглый вырез на конце кронштейна головкой под кронштейн.

Е. Поворотный механизм прицела

На внутренний цилиндрический выступ коробки *72* надето зубчатое колесо *73* и закреплено болтиком *74*. На фланец болтика *74* надевается диск боковых поправок *8*, который удерживается на месте нажимным кольцом *12* (рис. 64, фиг. *VI*).

Диск боковых поправок *8* изготовлен из белого металла и на нем нанесены деления в $^1/_{1000}$ дистанции ($^1/_{6000}$ окружности) от 0 до 140, причем деление 70 соответствует боковой поправке, равной нулю. Установкой диска вводятся поправки на скорость стреляющего корабля и на скорость цели.

В зубчатое колесо *73* ввинчены шесть винтов. Нажимное кольцо устроено так же, как нажимное кольцо для дистанционного диска. С зубчатым колесом сцепляется колесо *75* с бесконечным винтом.

Колесо *75* в свою очередь сцепляется с колесом *76*, составляющим одно целое с осью *77*, которая вкладывается в отверстие коробки и удерживается на месте крышкой *78*, прикрепленной тремя винтами *79*. На наружный конец оси надевается маховик *6*, который закрепляется на оси чекой (рис. 64, фиг. *VI*).

Бесконечный винт *80* составляет одно целое с колесом *75* и проходит сквозь отверстия в коробках *72* и *29*, упираясь шестеренкой в коробку *72*. На другой конец его надевается шайба и пружины Бельвиля и навинчивается гайка *81*, после чего вставляется разводная шпилька. Бесконечный винт ввинчен в бронзовый ползун *34*, который имеет на одной стороне цилиндрический выступ. На выступ надета стальная втулка, после чего конец выступа расклепывается. Выступ с втулкой входят в прямоугольное отверстие левого трубодержателя.

По оси отверстия для бесконечного винта ползун с одной стороны пропилен до этого отверстия, и перпендикулярно к этой щели в ползун ввинчены два винтика, которые служат для регулировки винта в ползуне.

При вращении маховика *6* вращается скрепленная с ним ось с колесом *76*. Это колесо приводит во вращение колесо *75*, а последнее заставляет вращаться колесо *73* вместе с диском *8*. Вместе с колесом *75* вращается винт *80*, который сообщает ползуну *34* поступательное движение по прямоугольному пазу в коробке *29*. Так как головка ползуна входит в отверстие трубодержателя *9*, то последний вместе с трубой будет перемещаться передним концом вправо или влево, в зависимости от направления вращения маховика. Трубодержатели связаны между собой передней соединительной тягой, а потому оба они перемещаются параллельно один другому. Отсчет делений по диску *8* производится с помощью индекса, нанесенного на планке *24* (рис. 64, фиг. *VI*).

2. ОПТИЧЕСКИЕ ТРУБЫ ПРИЦЕЛОВ

Зрительные трубы для прицелов — панкратического увеличения и построены по типу зрительной трубы, представленной на рис. 65.

Мы различаем два типа труб: для дневной стрельбы (фиг. *I*) и для ночной стрельбы (фиг. *II*).

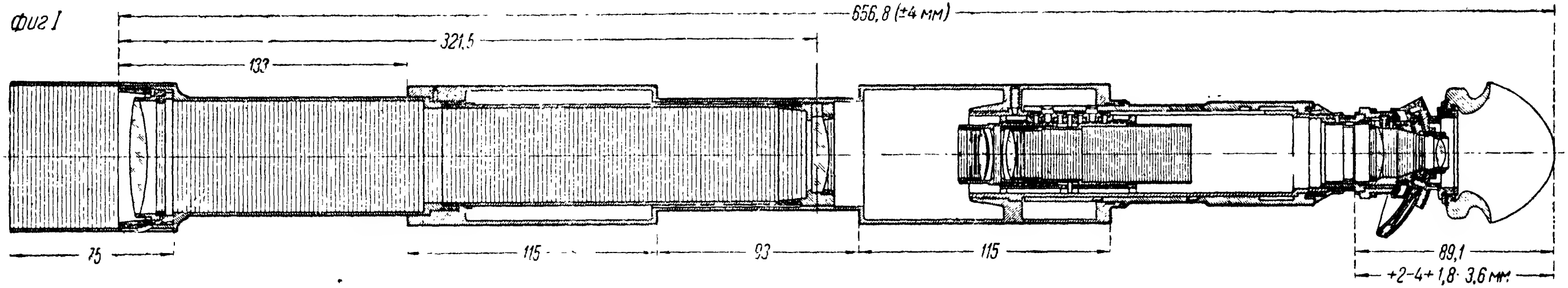
Дневная зрительная труба имеет оптические данные:

увеличение	от 7	до	21×
поле зрения	» 5,7	»	1,9°
диаметр выходного зрачка . . .	» 7,1	»	2,3 *мм*

Ночная зрительная труба имеет оптические данные:

увеличение	от 5	до	12×
поле зрения	» 8	»	3,3°
диаметр выходного зрачка . . .	» 7	»	3 *мм*

Фиг I



Фиг II

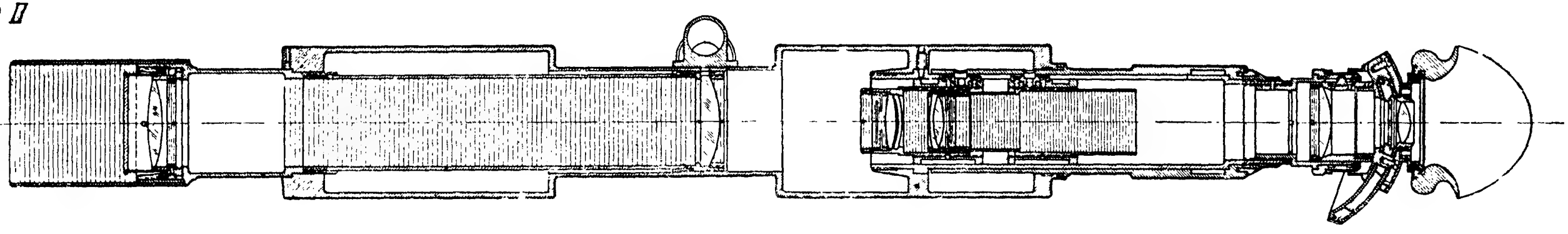


Рис. 65. Прицельные трубы панкратического увеличения.

3. ПОВЕРКА ПРИЦЕЛОВ

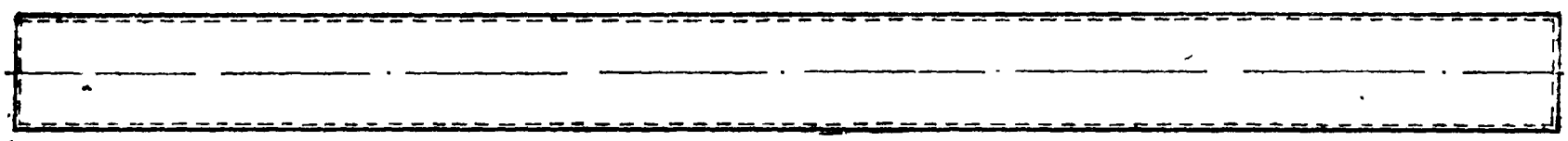
Поверка прицелов производится особым прибором, состоящим из:

а) чугунной модели трубы (рис. 66, фиг. *I*);

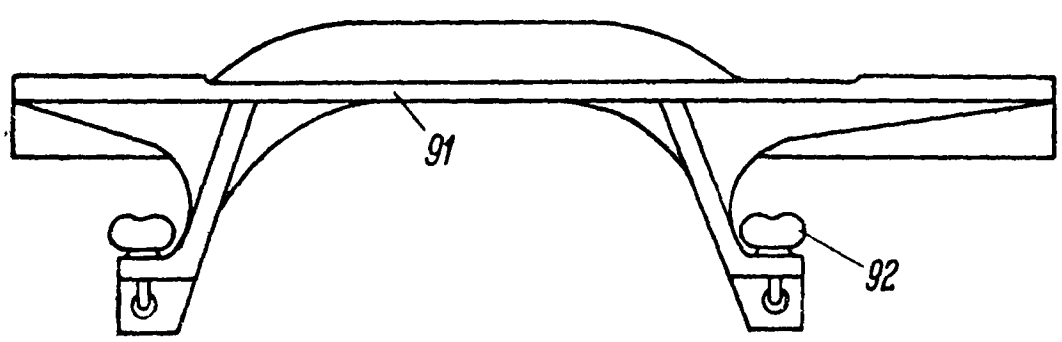
б) чугунной планки *91*, которая крепится винтами *92* на площадках кронштейнов обоймы станка;

Фиг. I

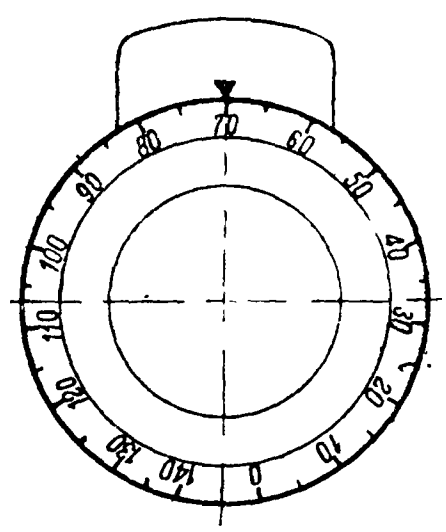
Модель трубы



Фиг II



Фиг III



Фиг. IV

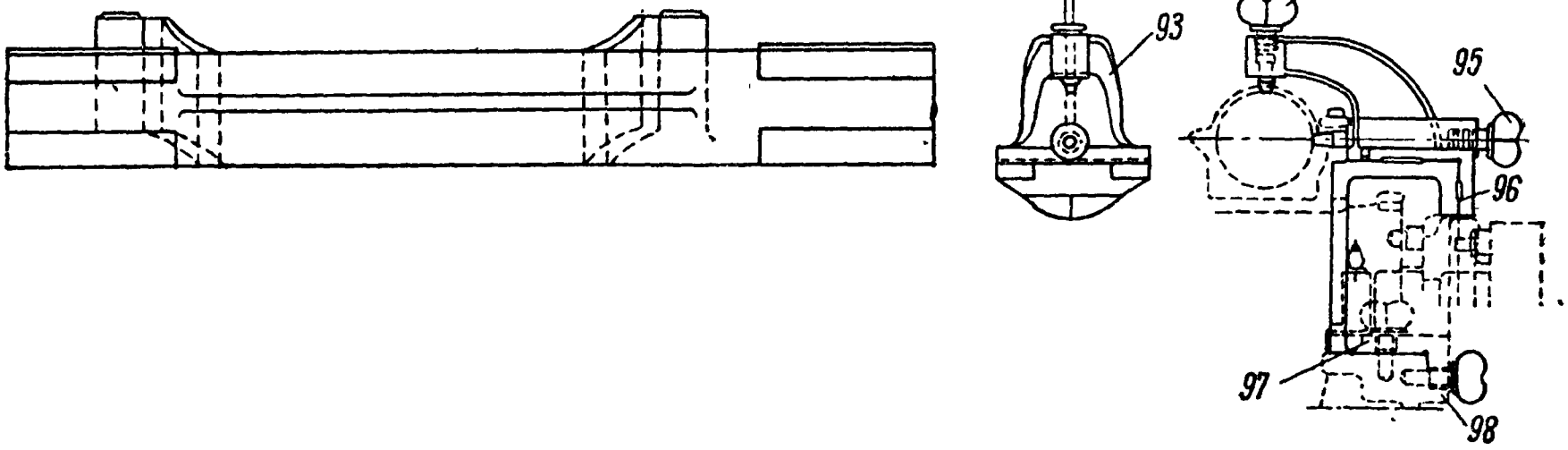


Рис. 66. Детали прицельного устройства.

в) кронштейна *93* (фиг. *IV*), нижний конец которого имеет под прямым углом вертикальную полку. Положение поверочных винтов *94* и *95* в кронштейне такое, что точка пересечения их определяет положение оси трубы. Винты распилены для того, чтобы они немного пружинили и потому плотно удерживались в своих гнездах. Кронштейн ставится на чугунную планку *91* так, чтобы вертикальная его полка *96* (фиг. *IV*) плотно прилегала к вертикальной полке чугунной планки.

Поверка прицелов в вертикальной плоскости производится следующим образом. Поверочный кронштейн *93* ставится на чугунную планку *91* около одного конца модели *90* и винт *94* приводится в

касание с моделью. Кронштейн переставляется на чугунной планке к другому концу модели, и если винт *94* не касается модели или упирается в нее, то это указывает на непараллельность оси модели с осью орудия. В этом случае следует осторожно вывинтить Т-образный болт *97*, отдать стопорный винт передней эксцентрической муфты *98* и вращением ее в ту или другую сторону добиться того, чтобы винт *94* касался модели при обоих положениях кронштейна на чугунной планке *91*. После этого следует закрепить эксцентрическую муфту стопорным винтом и кронштейн *1* прицела Т-образным болтом (рис. 66, фиг. *II* и *IV*).

Таким же образом устанавливается правый прицел.

Для поверки прицелов в горизонтальной плоскости следует вращением маховика поворотного механизма прицела установить левый трубодержатель так, чтобы горизонтальный винт *95* (фиг. *IV*) касался модели при двух положениях поверочного кронштейна на чугунной планке. Установить планку на переднем конце кронштейна прицела так, чтобы стрелка на ней пришлась против стрелки на переднем конце трубодержателя. Установить деление 70 (рис. 66, фиг. *III*) диска горизонтальных поправок против стрелки на указательной планке. Переложить модель на правый трубодержатель и, не трогая левого прицела, привести модель в касание с винтом *95* (фиг. *IV*) поверочного кронштейна при двух положениях последнего на чугунной планке. Это достигается вращением муфты передней соединительной тяги. По окончании регулировки муфта должна быть закреплена контргайкой.

Если позволяют обстоятельства, прицел всегда следует поверять во время нахождения судна в доке. В этом случае поверяют по щиту с нанесенными на нем крестиками на расстоянии одного от другого соответственно расстояниям оси орудия от осей труб. Поверка по этому методу подробно описана во II главе (вторая часть).

ГЛАВА IX

НОРМАЛИЗОВАННЫЙ ПРИЦЕЛ ОБРАЗЦА 1930 г.

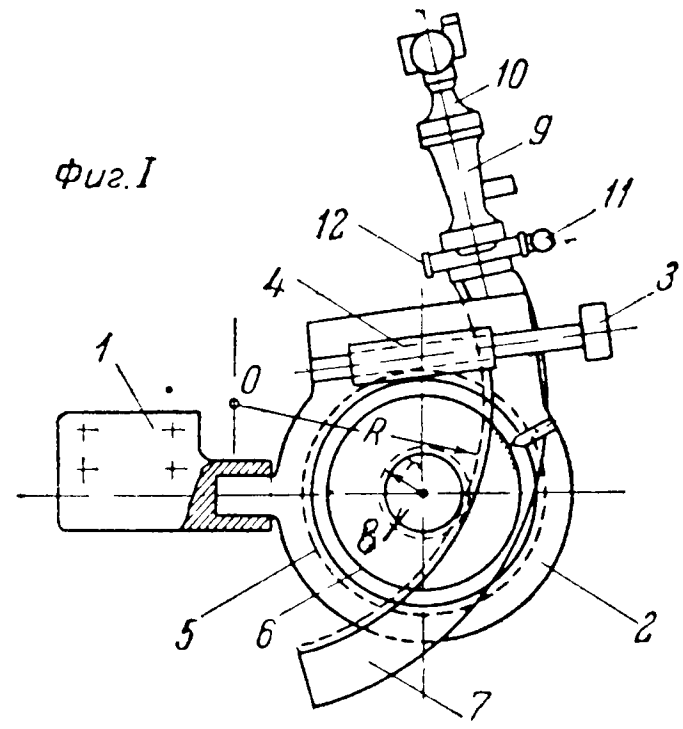
1. ОСНОВА УСТРОЙСТВА

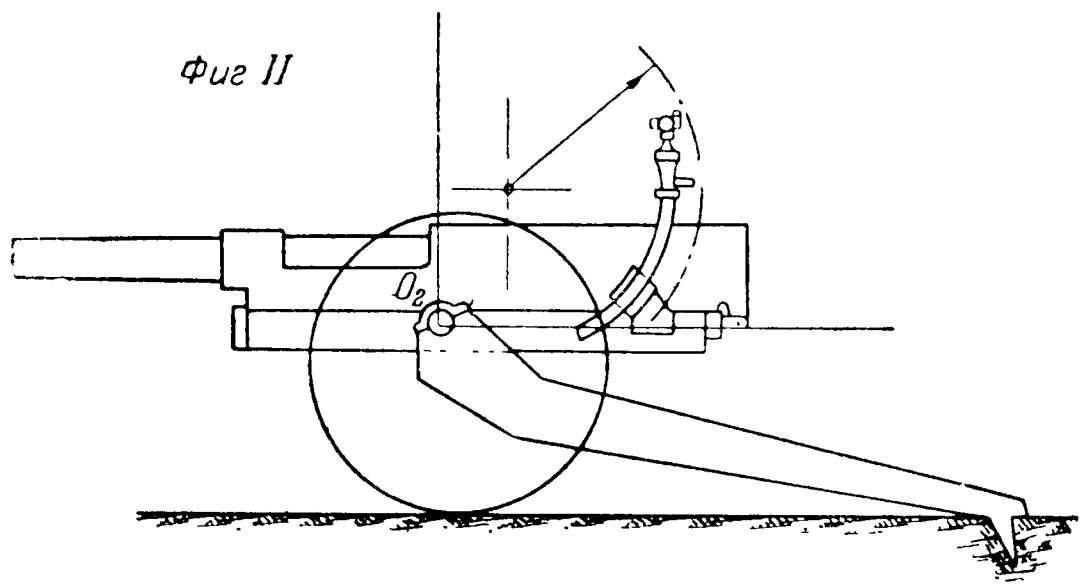
Этот прицел относится к типу дуговых прицелов с дистанционным барабаном. Схема такого прицела представлена на рис. 67 и 68.

Прицел с помощью кронштейна *1* соединяется с качающейся частью лафета. В коробке прицела *2* помещается червяк *4*, приводимый во вращение маховичком *3* (фиг. *I*). Это вращение передается червячному колесу *5*, сидящему на одной оси с барабаном *6* и шестеренкой *8*. Последняя сцеплена с зубцами внутренней цилиндрической нарезки стебля *7*, снабженного в верхней своей части корзинкой *9* для панорамы *10*, поперечным уровнем *11* и боковым уровнем *12*, снабженным механизмом для установки оси уровня под углом местности ε к горизонту и приспособленным для отсчета этого угла (фиг. *I*). При прямой наводке угол места цели ε получается автоматически, а при непрямой

либо устанавливается по боковому уровню либо суммируется с первым прицельным углом α_1 и устанавливается по шкале дистанционного барабана.

Наличие панорамы точно так же позволяет при прямой наводке осуществлять в схеме на орудии угол α_2, а при непрямой — либо угол β (в наклонной плоскости лимба) либо угол β_1 (в горизонтальной плоскости лимба). Что касается первого прицельного угла α_1, то осуществление его на орудии производится выдвижением на этот угол стебля прицела *7* из коробки *2*, причем отсчет угла в этом случае производится по шкале, нанесенной на дистанционном барабане *6*, по указателю на коробке прицела (рис. 67, фиг. *I*).





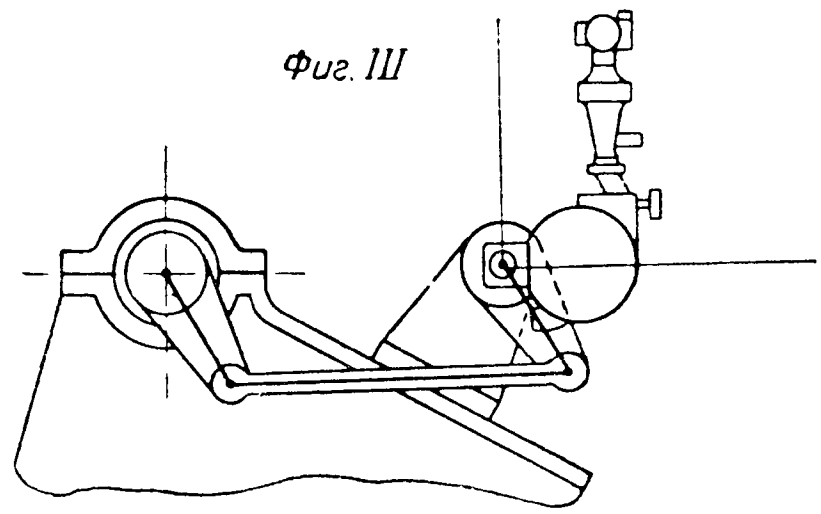


Рис. 67. Дуговой панорамный прицел.

Расчет шкал на барабане прицела производится на основании следующих взаимоотношений передаточных чисел и радиусов входящих в передачу деталей. Обозначая через R и r (фиг. *I*) радиусы начальных окружностей зубчатого зацепления стебля *7* и шестеренки *8* и через n — передаточное число от стебля прицела к барабану, имеем:

$$\frac{R}{r} = n.$$

Следовательно, при выдвижении стебля прицела на угол α_1 барабан, сидящий на одной оси с шестеренкой *8*, повернется на угол $\beta = \alpha_1 n$.

Прицел описанного типа принят у нас на вооружение для целого ряда полевых артиллерийских систем.

Основные числовые данные этого прицела:

$$R = 116 \text{ мм},$$

$$r = 15 \text{ мм},$$

α_1 наибольший $= 43°8'$.

Следовательно, наибольший угол β будет

$$43°8' \times n = 43°8' \frac{116}{15}.$$

2. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ДУГОВОГО ПРИЦЕЛА

Рассмотрим движение элементов дугового прицела при установке углов α_1.

Как указано выше, эта установка достигается выдвижением стебля прицела из коробки и последующим качанием пушки в вертикальной плоскости около оси цапф. К первым элементам относится стебель прицела со всеми закрепленными на нем частями, включая сюда и панораму. Ко вторым элементам относится весь прицел в целом вместе с выдвижными частями.

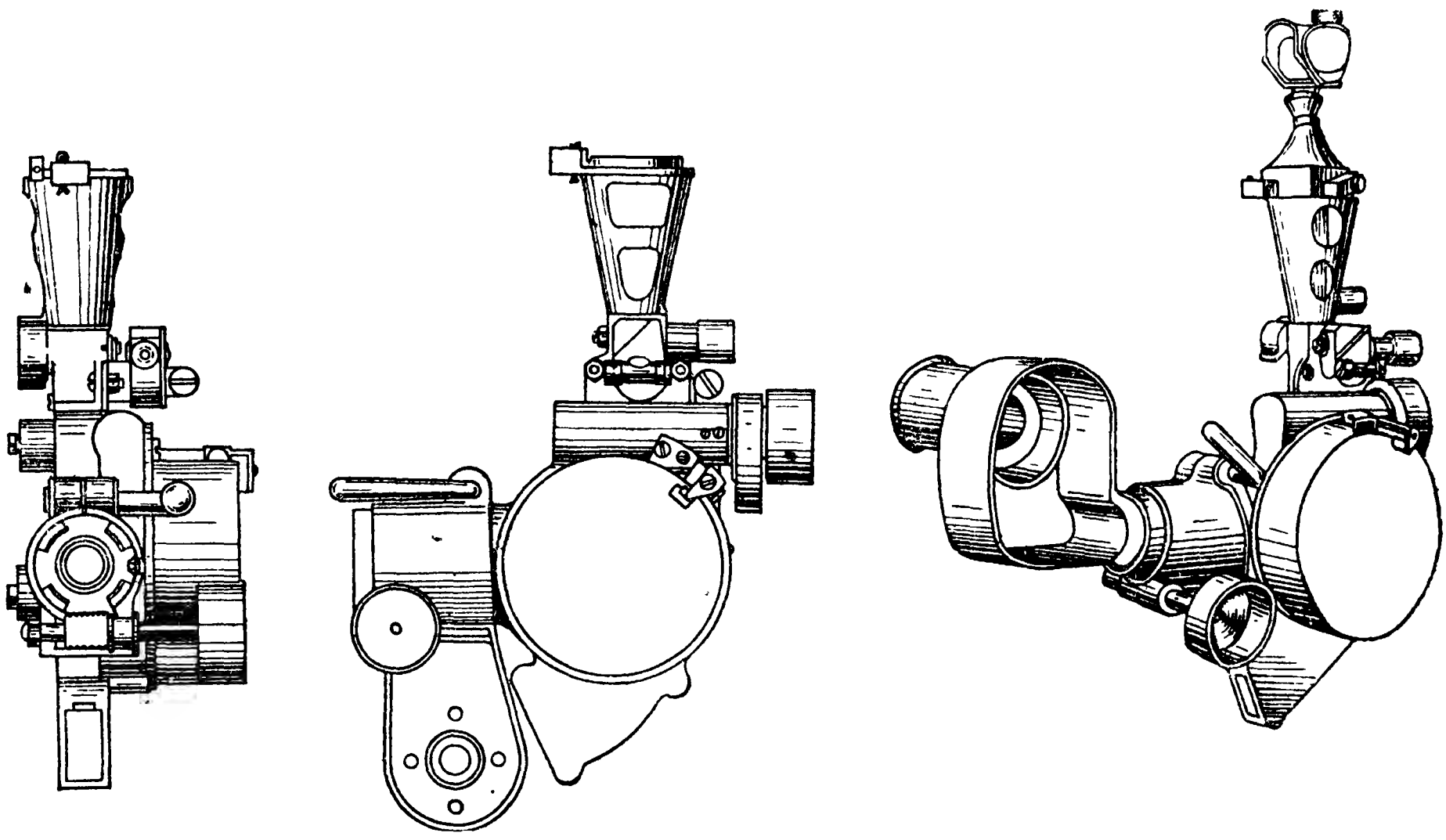


Рис. 68. Нормализованный прицел обр. 1930 г.

При продольном качании прицела в вертикальной плоскости, синхронном с качающейся частью лафета, вращение всего прицела будет происходить около некоторой оси, связанной с неподвижными частями лафета. Такой осью в большинстве случаев является ось цапф O_2 (рис. 67, фиг. *II*). В тех же случаях, когда качание прицелу сообщается с помощью промежуточного механизма (например, шарнирного параллелограма) (фиг. *III*), такой осью является ось специальной цапфы, закрепленной с помощью кронштейна на неподвижных частях лафета. Конструктивное оформление и общий вид прицела показаны на рис. 68.

ГЛАВА X

СТРЕЛЬБА ПО ЗЕНИТНЫМ БЫСТРОДВИГАЮЩИМСЯ ЦЕЛЯМ

1. ТИПЫ ЗЕНИТНЫХ ЦЕЛЕЙ

К зенитным целям относятся различные типы современных самолетов, развивающих скорость от 50 до 180 *м/сек*. Кроме того, самолет как воздушная цель, против которой применяется зенитная артиллерия, обладает еще следующими особенностями: самолет способен к быстрому маневрированию по желанию летчика в трех направлениях.

2. ПРИНЦИПЫ СТРЕЛЬБЫ ПО ЗЕНИТНЫМ ЦЕЛЯМ

Учитывая указанные особенности самолетов как целей, стрельбу по ним строят на следующих принципах:

а) *принцип быстроты наводки* с учетом всех элементов полета самолета и производства стрельбы. Для этого время, потребное на исчисление всех данных стрельбы, должно быть наименьшим. Время полета снаряда доведено до минимума путем применения орудия и снарядов с наиболее высокими балистическими данными. Темп каждой пушки должен быть наибольшим без потери точности;

б) *принцип внезапности*. Это означает, что открытие огня зенитной батареи на поражение должно последовать раньше, чем цель, предупрежденная первыми разрывами, использует свойство двигаться в любом из трех направлений и сделает недействительным все предварительные установки;

в) *принцип точности* относится к проведению с наибольшей точностью всех операций наблюдения, распознавания цели, наблюдения за ней, предсказания будущего положения, установки данных наводки и выстрела;

г) *принцип массовости огня* для повышения вероятности поражения, для чего по самолетам должны производить стрельбу не отдельные орудия, а батареи из большого количества орудий.

Современные самолеты по их индивидуальным характеристикам можно отнести к следующим основным группам: а) истребители, б) штурмовики, в) разведчики, г) бомбардировщики.

Стрельба по истребителям и штурмовикам, как обладающим наивысшей степенью маневренности и быстроты полета, наименее эффективна и не входит в основную задачу зенитной стрельбы.

Разведывательные самолеты по их свойствам занимают среднее положение. Их скорость, быстрота подъема, маневренность и потолок меньше, чем у истребителей, но зато больше, чем у бомбардировщиков. Это обычно двухместные самолеты, предназначенные и употребляемые для всех видов работы, связанной с наблюдением: фотографированием, разведкой и корректировкой артиллерийского огня.

Бомбардировочные самолеты по своим свойствам имеют минимум шансов избежать огня зенитных батарей. Их сравнительно меньшая скорость полета, ограниченная способность набирать высоту, сла-

бая маневренность и большие размеры заставляют отнести бомбардировочные самолеты к главным объектам для поражения зенитными орудиями.

Имея ввиду, что для успешного выполнения заданий, которые должны выполнять бомбардировщики, — точное попадание в определенный пункт на земле, — и разведчики — при корректировке огня, фотографировании и изучении местности, — эти самолеты в известном промежутке времени должны лететь прямолинейно с неизменной скоростью и на определенной высоте, в основу для расчета огня зенитной артиллерии кладут следующую гипотезу: за время полета снаряда с добавлением к нему времени, необходимого для расчета и передачи данных на орудие, а также времени на выстрел, нормальная цель для зенитной артиллерии будет лететь по прямой линии с постоянной скоростью и на постоянной высоте.

3. ПРИЦЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗЕНИТНОЙ АРТИЛЛЕРИИ

Задача прицельного устройства зенитной артиллерии состоит в том, чтобы при наблюдении визирным приспособлением прицела за воздушной целью s канал орудия был направлен так, чтобы после выстрела и снаряд и самолет встретились в некоторой упрежденной точке s_1 (рис. 69, фиг. *I*). Чтобы найти соответствующий упрежденный угол α, под которым канал орудия должен быть направлен по отношению к визирной линии Os_1, рассуждаем так: пусть w — средняя скорость полета снаряда для упреждения дальности точки s_1 и v — скорость самолета. Если известно направление s—s_1 полета самолета и его скорость v, а также направление визирной линии Os в момент выстрела, то, построив на этих направлениях в масштабе скоростей треугольник Os_1s, получают упрежденный угол α (фиг. *I*) (углом прицеливания и боковыми поправками на деривацию и ветер пока пренебрегаем). Таким образом для нахождения упрежденного угла α нужно знать:

а) v — скорость самолета и направление полета (курс);

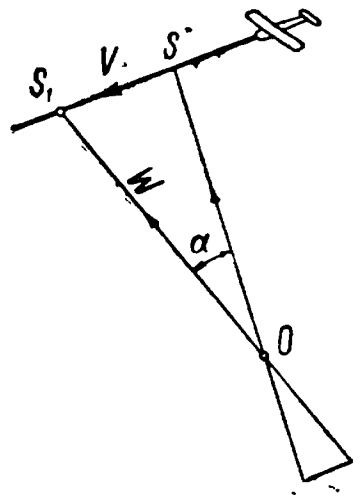
б) w — среднюю скорость полета снаряда для дальности O—s_1 (зная дальность s_1—O по таблицам, находим среднюю скорость полета снаряда для этой дальности).

Обычно в прицельных приборах наклонную дальность определяют по высоте H полета цели и по углу местности, под которым видна эта цель. Это удобнее потому, что высота H подвержена менее быстрым изменениям, чем наклонная дальность.

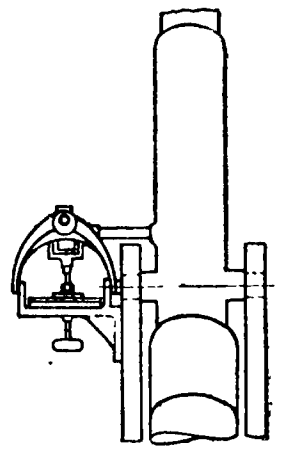
Из сказанного вытекает, что при стрельбе по зенитным воздушным целям для установки прицела надлежит получить извне скорость v и курс полета самолета, высоту полета H, по которой в прицельном приборе находят наклонную дальность и по наклонной дальности — среднюю скорость w полета снаряда.

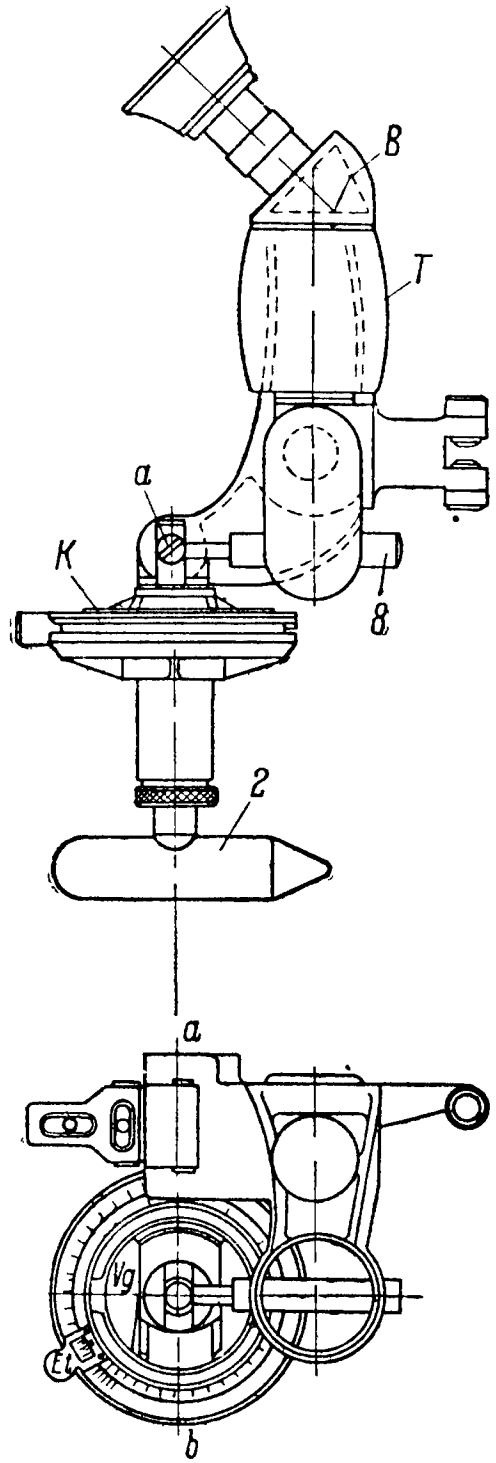
Прицельные устройства, основанные на принципе построения скоростного треугольника для нахождения упрежденного угла α, можно назвать скоростными прицельными устройствами. Ясно, что

Фиг. I

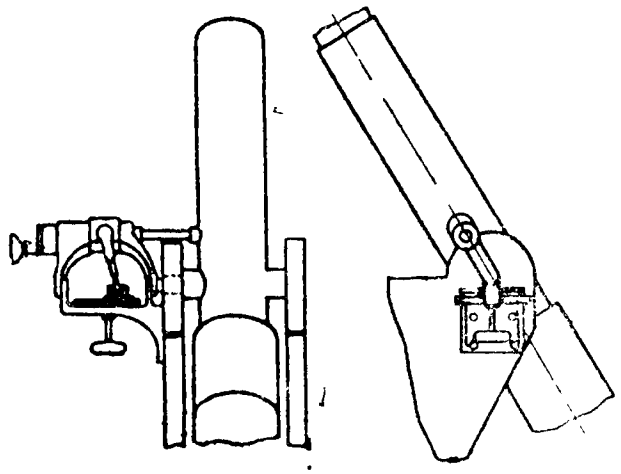


Фиг. II

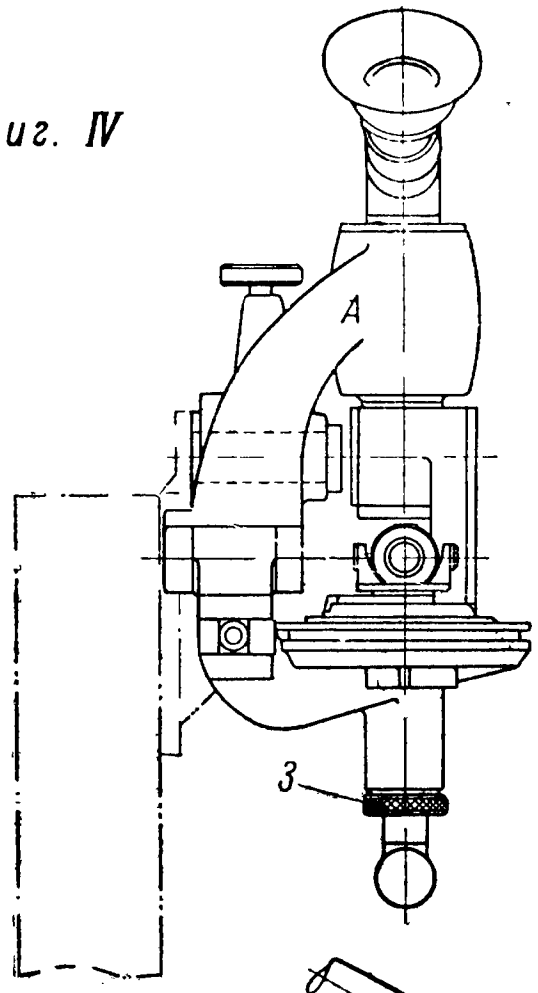




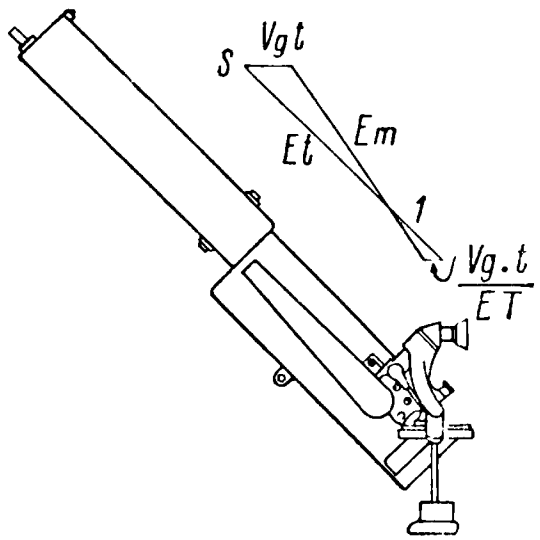
Фиг. III



Фиг. IV



Фиг. V



Фиг. VI

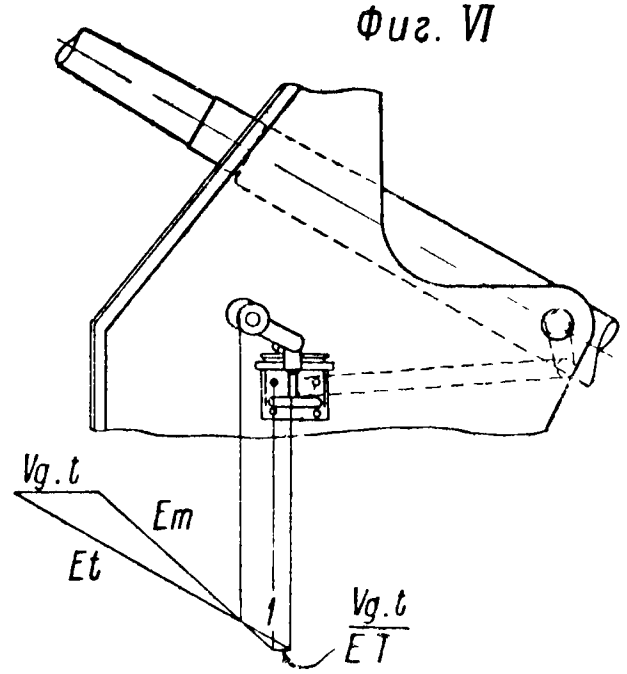


Рис. 69. Схема прицела ЗП для зенитной артиллерии.

этот принцип возможно применять только при стрельбе из скорострельного мелкокалиберного орудия, стреляющего ударными снарядами.

Если стрельба призводится разрывными снарядами, требующими еще установки дистанционной трубки, то метод построения скоростного треугольника здесь недостаточен и нужно в прицел вводить еще одну данную — установку дистанционной трубки. Но решение этой задачи настолько усложняет конструкцию прицела, что на практике пришли к заключению, что нецелесообразно строить такие прицельные устройства на каждом орудии в отдельности. Задачу нахождения данных для стрельбы переносят на специальные приборы центрального управления стрельбой и на орудие переносятся уже готовые, выработанные Пуазо данные: азимут, угол возвышения и трубочная дальность для упрежденной точки пространства, где должна произойти встреча самолета со снарядом и разрыв последнего.

К прицелам, построенным по принципу скоростного треугольника, относится нижеприведенный полуавтоматический зенитный прицел для мелкокалиберной скорострельной артиллерии и пулеметов (ЗП).

4. ОПИСАНИЕ ПРИЦЕЛА ЗП

А. Назначение прибора

Прибор является прицельным приспособлением для пулеметов или автоматических пушек, укрепленных на неподвижном фундаменте, для прямого наведения по воздушным целям, причем, посредством установки переданных извне направления полета, скорости воздушной цели и дальности полета самолета, автоматически даются корректуры для угла возвышения и угла бокового смещения с тем предположением, что самолет во время полета снаряда движется с одинаковой скоростью на одинаковой высоте, не изменяя направления.

Прицел ЗП может быть применен и для неподвижных целей, если установить скорость полета воздушной цели на *О*. Отсюда упреждения, связанные с перемещением цели, получаются равными нулю.

Б. Работа прибора

Зенитный прицел ЗП состоит из визирной оптической трубки *Т* и построительной (упредительной) коробки *К* (рис. 69, фиг. *IV*). Построительная коробка направляет отражательную призму *1* трубы по углу прицеливания и упреждения, причем угол упреждения будет тот, на который переместилась цель за время полета снаряда. Так как на построительной коробке *К* представлен горизонтальный путь полета цели, то эта коробка должна лежать горизонтально. Смотря по тому, будет ли применен прибор к пулемету или к пушке, обойма упредительной коробки удерживается в горизонтальной плоскости либо посредством маятника либо она намертво привинчивается к лафету (рис. 69, фиг. *II*).

На упредительной коробке устанавливаются:
1) направление полета (во все время продолжения стрельбы);
2) скорость полета воздушной цели v (один раз в начале стрельбы);
3) дальность до цели (через некоторые промежутки времени).

B. Теоретическое обоснование

Угол прицеливания зависит от рода снаряда, от дальности и от угла местности. Угол местности есть тот угол, который образует линия визирования на цель с горизонтальной плоскостью. Так как угол прицеливания, при увеличивающемся угле местности, изменяется пропорционально косинусу угла местности (для $\alpha = 0°$ или $\cos 0° = 1$ угол прицеливания есть наибольший, а для $\alpha = 90°$ или $\cos 90° = 0$ угол прицеливания равен тоже 0), то угол прицеливания для всех углов местности от 0 до 90° может быть получен передвижением по вертикали вверх точки a построительной коробки K (рис. 69, фиг. IV) (прицел Лаприера). Угол прицеливания после этого получается автоматически в зависимости от угла местности.

Упреждение α зависит от направления полета и скорости самолета, от угла местности и от продолжительности полета снаряда или, что этому соответствует, от расстояния разрыва снаряда в момент попадания снаряда в цель. Упреждение получается из пространственного треугольника, который составляется из расстояния цели Em в направлении визирования, горизонтального отрезка равного пути, пройденному целью $Vg—t$ за время полета снаряда, и расстояния Et по направлению разрыва снаряда (фиг. V).

В данном приборе упредительный треугольник представлен в обращенном виде с постоянным расстоянием разрыва снаряда, равным 1. Новый треугольник получается, если все стороны пространственного треугольника разделить на ET. Благодаря этому горизонтальная сторона треугольника, выражающая перемещение цели, равна $\frac{Vg \cdot t}{Et}$. Отсюда видно, что масштаб скоростей горизонтального отрезка должен быть обратно пропорционален дальности цели Et. Этот отрезок устанавливается на упредительной коробке по величине и направлению, посредством чего автоматически устанавливается правильное направление визирования и угол прицеливания. Так как t есть время полета снаряда для расстояния ET разрыва снаряда, т. е. зависит от ET, то обе эти величины не нужно устанавливать в отдельности. Сразу устанавливается величина дроби, которая устанавливается по ET.

Так как ET само не известно и измеряется или определяется наглаз только Em, то отрезок упреждения $\frac{Vg \cdot t}{ET}$ собственно нельзя установить. Но, как мы видим, влияние ET на отрезок упреждения $\frac{Vg \cdot t}{ET}$ (по отношению к влиянию Vg) не очень велико. Деления ET поэтому также значительно короче, чем деления Vg. Это обосновывается тем, что отношение $\frac{t}{ET}$ существенно не изменяется при измене-

нии ET, но остается почти постоянным. $\frac{t}{ET}$ оставалось бы совсем неизменным, т. е. расстояние было бы совершенно без влияния на отрезок упреждения $\frac{Vg \cdot t}{ET}$, если бы время полета снаряда изменилось пропорционально с расстоянием разрыва снаряда. Можно, следовательно, не делая крупной ошибки, определенное на-глаз расстояние Em установить как ET.

Г. Установка прицела на пулемете или пушке

Прицел ЗП устанавливается на пулемете или пушке согласно фиг. *II*, *III*, *IV*, *V*, *VI* (рис. 69). Фиг. *V* показывает установку на пулемете.

Выходное отверстие окуляра зрительной трубы лежит в плоскости стрельбы, но для более удобного наблюдения при больших углах местности не в направлении выстрела, а наклоненным к нему на 45°. Так как зрительная труба соединена намертво с пулеметом, то упредительная коробка должна быть удержана в горизонтальном положении либо автоматически посредством маятниковой гири либо от руки по уровню.

На фиг. *II*, *III* и *IV* показана установка прицела ЗП на автоматической пушке.

Во всех трех случаях обойма упредительной коробки крепко привинчена к лафету, а зрительная труба устанавливается параллельно со стволом пушки.

На фиг. *II* качающаяся часть зрительной трубы лежит в удлиненной оси цапфы щита и управление зрительной трубой происходит автоматически посредством передаточного рычага, идущего от орудия. Окуляр зрительной трубы лежит в плоскости стрельбы, наклоненной на 45° к направлению выстрела.

В интересах более легкого нахождения цели окуляр по желанию может быть перенесен по направлению выстрела. Наблюдение тогда менее удобно.

На фиг. *III* окуляр зрительной трубы находится сбоку. Это дает преимущество для более удобного наблюдения (голова делает только незначительные движения), но при этом необходим еще второй человек, который при нахождении цели дает команду для положения цели (налево, направо, ниже, выше).

На фиг. *VI* прибор укреплен не на оси цапфы орудия, а где-нибудь на лафете, и углы наклона в вертикальной плоскости передаются с помощью параллелограма, смотря по положению маховичков управления орудием.

5. УПРАВЛЕНИЕ ПРИЦЕЛОМ ЗП

А. Стрельба по самолетам

Установщик прицела устанавливает скомандованную или определенную на-глаз скорость полета цели с помощью передвижного указателя с надписью Vg. Дальность разрыва снаряда устанавливается с

помощью передвижного индекса с надписью *ET*, и определенное наглаз или по скоромеру-курсомеру направление полета — маховичком *2* (рис. 69, фиг. *IV*). Скорость полета самолета нужно устанавливать только один раз, так как ее можно принять за постоянную величину. Расстояние разрыва снаряда *ET* тоже не надо перестанавливать; если же приходится это делать, то только через большие промежутки времени, так как отношение *t* при изменении расстояния существенно не изменяется. Установщик прицела во время стрельбы должен только постоянно устанавливать направление полета на маховичке *2*.

При установке прицела упредительная коробка устанавливается автоматически с помощью маятника или, при горизонтальном полете, удерживается в прямом положении по уровню. При поднимающемся или опускающемся самолете упредительная коробка наклоняется от руки в соответствии с этим. Нетрудно устанавливать направление полета по чутью, согласно наблюдаемому положению самолета. Испытания показали, что такая установка возможна с точностью до нескольких градусов. Наблюдатель у зрительной трубы направляет пулемет или пушку всегда так, чтобы цель лежала на середине крестовины.

Б. Стрельба по неподвижным целям

Величина *Vg* на упредительной коробке устанавливается на нуль; при этом упредительный отрезок тоже равен нулю. Расстояние разрыва снаряда, в этом случае — расстояние цели, устанавливается индексом, обозначенным *ET*.

При установке упредительная коробка может быть удержана стопором *3* (рис. 69, фиг. *IV*), а маятниковая гирька может быть снята после ослабления зажимного винта.

6. КОНСТРУКЦИЯ ПРИЦЕЛА

Прибор состоит из двух частей: *A*—держателя, прикрепляемого намертво к пулемету или лафету, и собственно зрительной трубы *B*, которая соединяется с пулеметом или с пушкой посредством параллелограма с упредительной коробкой *K*. На фиг. *IV* (рис. 69) прибор представлен в виде схемы.

Держатель *A* укрепляется к пулемету или к пушке и прибор насаживается или зажимается. Зрительная труба расположена в направлении оси орудия (пулемета или пушки). Автоматически выдвигающийся или вдвигающийся (телескопический) рычаг *8* (фиг. *IV*), который управляется упредительной коробкой, направляет входной луч так, что рычаг и визирная линия всегда параллельны друг другу.

Оптические данные зрительной трубы следующие:

увеличение—3,3×;

выходной зрачок равен по площади кругу диаметром 3,4 *мм*^{2}.

При наведении на цель мы видим на цели марку (крестовину). Днем эта крестовина кажется черной, а ночью она освещается свето-

вым источником, находящимся справа сбоку в окулярной оправе. Источник света может быть закрыт красным, желтым или другого цвета стеклом; тогда крестовина светится ослабленным светом.

ГЛАВА XI

СТРЕЛКОВОЕ ВООРУЖЕНИЕ САМОЛЕТОВ

1. ОБЪЕКТЫ ВООРУЖЕНИЯ САМОЛЕТОВ

Современное стрелковое вооружение самолетов составляют:

а) авиационные (или воздушные) пулеметы нормальных войсковых калибров 6,5—8 *мм*;

б) авиационные пулеметы калибров 12 и 14 *мм*.

В зависимости от способа крепления пулеметов на самолете различают неподвижные и подвижные пулеметные установки.

Неподвижные пулеметы жестко соединены с корпусом самолета, обычно для стрельбы в направлении полета, и могут быть наведены только маневром самолета.

Подвижные пулеметы устанавливаются на турелях (турельные установки) или шворнях (шворневые установки) и допускают стрельбу независимо от маневра самолета.

Неподвижные установки разделяются на установки для стрельбы через винт и установки для стрельбы вне винта.

Для неподвижных пулеметных установок принят прицел ОП-1 с кольцевым прицелом КП-5. Прицел установлен на обтекателе фюзеляжа перед кабиной летчика на оси самолета. Крепление прицела осуществлено с помощью двух кронштейнов, из которых передний позволяет регулировать прицел по высоте, а задний кронштейн допускает горизонтальную регулировку прицела.

Составными частями каждой подвижной пулеметной установки являются:

а) пулемет ДА или ДА-2 с кольцевым прицелом КПТ-4 или КПТ-5;

б) турель ТУР-6 (на легких самолетах) или ТУР-5 (на тяжелых самолетах).

2. ОСНОВЫ ВОЗДУШНОЙ СТРЕЛЬБЫ

Воздушной стрельбой называется стрельба с самолета, находящегося в воздухе, причем различают: а) стрельбу в воздухе и б) стрельбу с воздуха. Например, к первому случаю относится стрельба с самолета по самолету (воздушная цель). Основной признак воздушной цели — это отсутствие связи ее с землей. Воздушная цель при ветре двигается вместе с воздухом. Во втором случае цель имеет связь с землей или находится непосредственно на земле, например: змейковый аэростат, войска противника и т. п.

Полет пули при стрельбе с самолета

С увеличением высоты полета самолета воздух становится более разреженным и уменьшается сопротивление его полету пули. Ниже-

приведенная таблица показывает изменение давления и плотности воздуха с изменением высоты.

Высота H в *м*	Давление ртутного столба в *мм*	Отношение давления $P/750$	Отношение плотности $П/1{,}206$
0	750	1,000	1,000
1 000	666	0,889	0,907
2 000	589	0,758	0,821
3 000	519	0,694	0,741
4 000	456	0,609	0,668
5 000	400	0,535	0,600
6 000	349	0,467	0,538
7 000	305	0,407	0,481
8 000	265	0,354	0,428
9 000	229	0,316	0,381
10 000	197	0,264	0,336

Траектории полета пули при уменьшении плотности воздуха становятся настильнее и ее превышение над линией цели уменьшается (рис. 70, фиг. *I*).

3. СТРЕЛЬБА ПО ДВИГАЮЩЕЙСЯ ЦЕЛИ

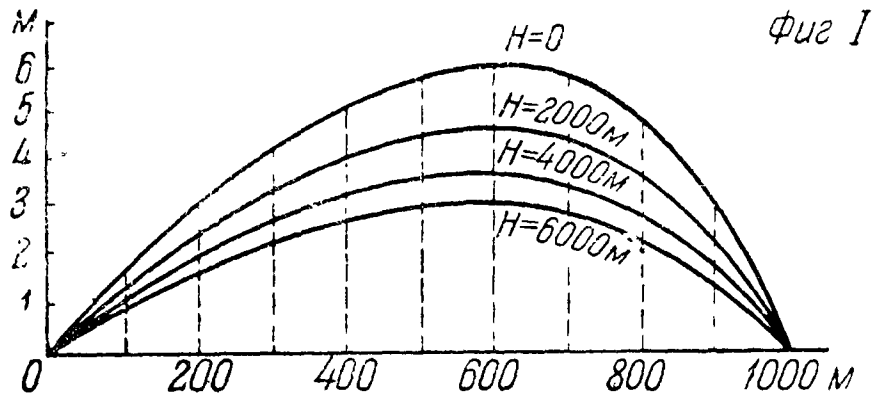
Линейное упреждение

Пусть O — оружие, $Ц$ — быстро движущаяся цель со скоростью v. В момент выстрела цель находится в точке A (рис. 70, фиг. *II*). Чтобы снаряд попал в цель по истечении времени полета снаряда до цели, нужно направить оружие не в точку A, а в точку B, где произойдет встреча снаряда с целью, причем путь AB будет равен vt, а путь $OB=wt$, где w — средняя скорость полета снаряда для дистанции OB. Величина vt носит название линейного упреждения, а угол γ — углового упреждения (фиг. *II*).

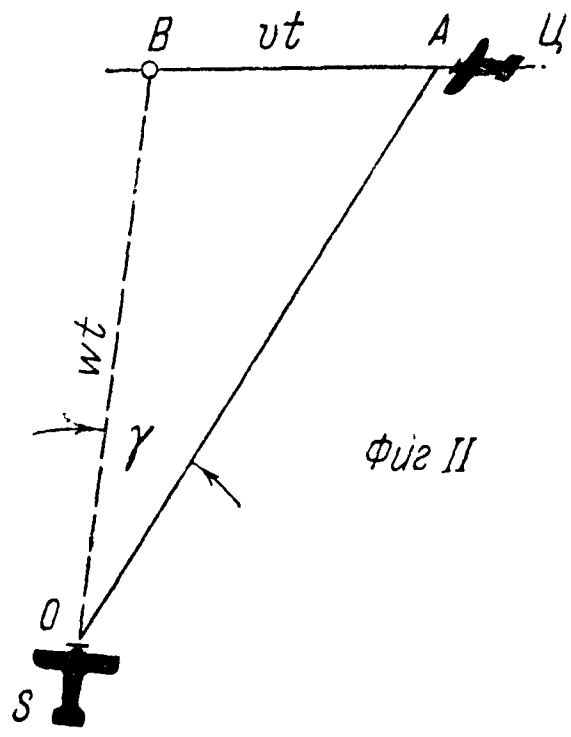
Время полета пули увеличивается не пропорционально дистанции, а прогрессивно, потому прогрессивно возрастает и упреждение. Однако на практике при стрельбе на дистанции не свыше 600 *м* следует считать поправки прямо пропорциональными времени полета пули или, что то же, пропорциональными дистанции.

За исходную дальность принимают наиболее часто встречающееся расстояние до противника в воздушном бою (расчетная дальность). Допускаем, что на расчетной дальности пуля летит с одинаковой средней скоростью v_0. Следовательно, для того чтобы поразить цель, когда она будет в точке B, путь самолета и канал орудия нужно направить под углом упреждения γ к визирной линии OA в момент открытия стрельбы с неподвижного пулемета (фиг. *II*).

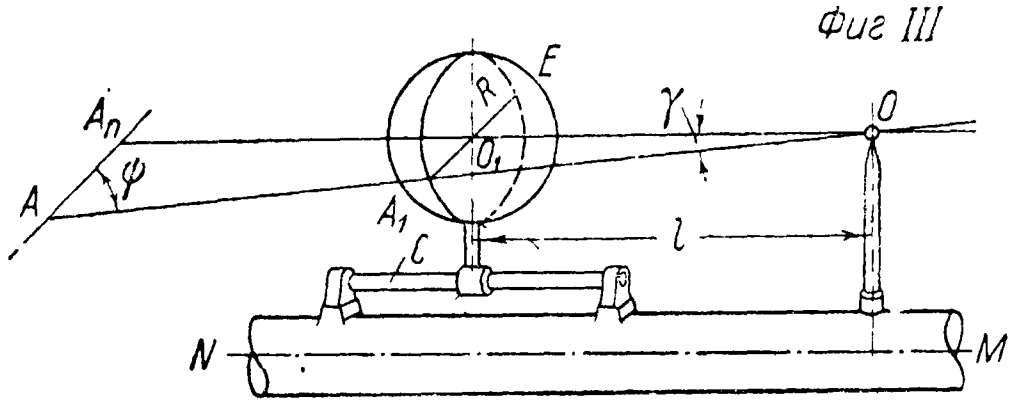
Наиболее простыми прицельными устройствами для этой цели являются кольцевые прицелы.



Фиг I

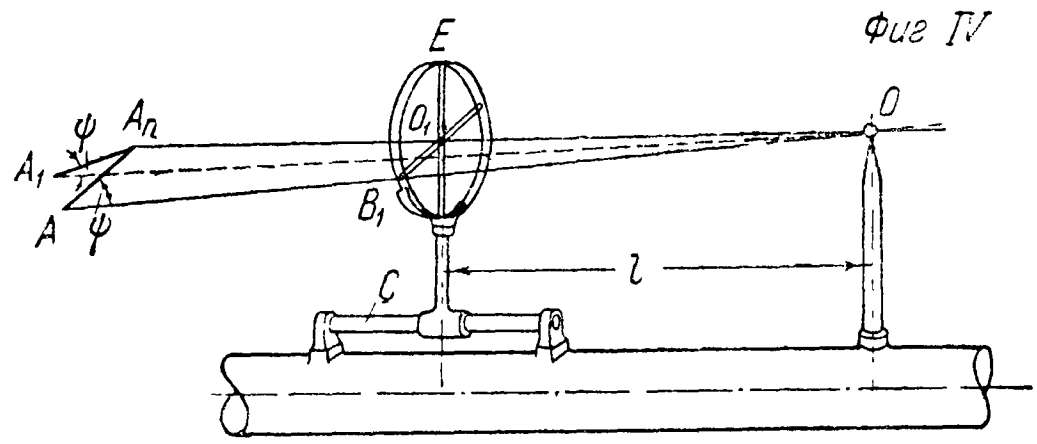


Фиг II



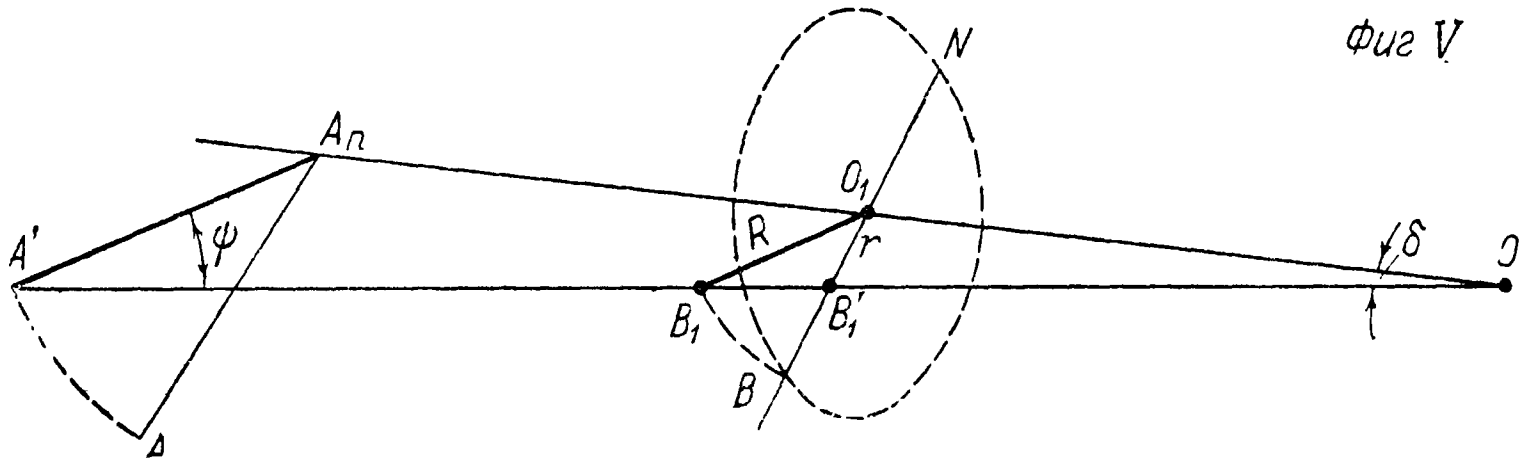
Фиг III

Принцип устройства кольцевого прицела



Фиг IV

Схема кольцевого прицела



Фиг V

Рис. 70. Схема кольцевого прицела и схема учета раккурса самолета.

4. КОЛЬЦЕВЫЕ ПРИЦЕЛЫ

А. Принципиальная схема кольцевого прицела

Пусть точка A отвечает настоящему месту цели, а точка A_n — упрежденному положению ее (рис. 70, фиг. *III* и *IV*). К телу пулемета MN или непосредственно к фюзеляжу самолета прикреплена линейка C, на которой установлен шар радиуса R, изготовленный из какого-либо прозрачного материала. На пулемете установлена мушка O так, что линия, соединяющая вершину мушки и центр шара O_1, параллельна оси ствола пулемета M—N (фиг. *III*).

В процессе стрельбы выбирают положение точки A_1 на поверхности шара так, чтобы радиус A_1O_1E, проведенный из точки A_1, был параллелен курсу цели и линия, соединяющая вершину мушки O с точкой A_1 шара, совпадала с линией цели OA. Тогда пулемет окажется направленным в упрежденную точку A_n, т. е. будет учтено угловое упреждение γ. При этом имеется в виду, что длина орудийной линейки l (расстояние между мушкой O и центром кольца) и радиус шара R подобраны в соответствии с дальностью стрельбы и скоростью цели (фиг. *II*).

При наличии подобного шарового визира мы могли бы производить стрельбу при любом направлении движения цели, в том числе при пикировании и кабрировании, но при условии, что скорость цели от направления движения не зависит. Если же принять во внимание изменение скорости самолета противника при пикировании и кабрировании, то вместо шаровой поверхности потребовалась бы поверхность какого-либо другого вида.

Конечно прицел в виде прозрачного шара практически неосуществим.

Вместо шара можно взять кольцо того же радиуса R (рис. 70, фиг. *IV*) и установить в плоскости B_1O_1E соотношение сторон упредительного треугольника, которое определяется из формулы

$$\frac{l}{R} = \frac{v_s}{v_2}.$$

Здесь мы имели в виду, что плоскость кольца устанавливается в вертикальной плоскости курса цели, но так как курсовой угол ψ все время меняется, то и кольцо все время нужно было бы поворачивать, а для этого на самолете не имеется специального установщика. Ввиду этого плоскость кольца устанавливается неподвижно относительно оси ствола пулемета, и прицеливание по ободу кольца производится только при курсовом угле цели, равном 90°. При всех же других курсовых углах для прицеливания выбирается какая-то точка между ободом кольца и центром, положение которой определяется углом встречи ψ (фиг. *IV*).

Б. Схема учета раккурса

При угле встречи ψ, отличном от нуля, при той же скорости цели для прицеливания выбирается какая-то точка B_1 (рис. 70, фиг. *V*)

внутри кольца, положение которой определяется из следующих рассуждений:

Пусть линия O_1B_1' параллельна курсу цели $A'A_n$.

Но $A'A_n = AA_n$ и $B_1'O' = R$ и $O_1B_1 = r$.

Из треугольника $O_1B_1B_1'$ пишем:

$$\frac{r}{\sin\psi} = \frac{R}{\sin(90° + \Delta)},$$

откуда

$$\frac{r}{R} = \frac{\sin\psi}{\cos\Delta}.$$

По малости угла Δ можно принять $\cos\Delta = 1$, тогда

$$\frac{r}{R} = \sin\psi.$$

Отсюда вытекает правило помещения точки B в кольце.

Часть радиуса кольца, которую следует принять при наводке, равна численной величине синуса угла встречи или раккурсу самолета.

На практике задаются отношениями радиусов в четвертях. Раккурсы легко определяются по кольцу на-глаз и свободно запоминаются стрелком.

Таблица раккурсов самолета в четвертях радиуса R кольца

ψ	0° и 180°	15° и 165°	30° и 150°	50° и 130°	90°
$\frac{r}{R}$	0	$^1/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	1

В некоторых прицелах для удобства отсчета на-глаз вводится дополнительно кольцо радиуса $r = \frac{1}{4}R$.

В итоге стрельба с кольцевым прицелом сводится к определению раккурса самолета противника и к выбору в процессе визирования такой точки B_1 внутри кольца, чтобы цель казалась перемещающейся к центру кольца.

Достоинство кольцевого прицела заключается, во-первых, в том, что при стрельбе не требуется установки скорости цели. Для этого только требуется выбор определенного кольца, отвечающего данной скорости цели.

В более совершенных кольцевых прицелах с переменным радиусом кольца (40Б) требуется установка скорости по соответствующей шкале.

Второе достоинство заключается в том, что не нужно вводить установки курса цели. Курсовая линейка в этом прицеле устанавливается автоматически самим наводчиком выбором соответствующей точки внутри кольцевого визира.

Третье достоинство кольцевого прицела заключается в том, что с ним может производиться стрельба при любом характере движения цели, даже при пикировании и кабрировании.

К недостаткам кольцевых прицелов надо отнести введение в прицел только ограниченного числа колец (как правило, визиры состоят из 1—2 колец). Для работы на прицеле требуется хорошо тренированный стрелок, ибо в процессе прицеливания с кольцевым прицелом требуется совмещение трех точек: точки на кольце, вершины мушки и цели.

5. ПРИЦЕЛ ОП-1

Прицел устанавливается на фюзеляже самолета и предназначается для стрельбы из неподвижных пулеметов на ближние дистанции (до 600 *м*). Он принадлежит к типу кольцевых прицелов и решает задачу учета упреждения цели путем решения пространственного упредительного треугольника согласно формуле

$$R = f\frac{v_2}{v_s},$$

где f — фокусное расстояние объектива и

R — радиус окружности, нанесенной на сетке.

Имея в виду, что угловое упреждение Δ при малых изменениях дальности (до 600 *м*) изменяется незначительно, в прицеле принято постоянное значение средней скорости снаряда v_s, отвечающее дистанции 400 *м*. Прицел рассчитан для одной скорости цели v_2, равной 240 *км/час*, и в соответствии с этим подобрано значение радиуса окружности R на сетке ($R = 8{,}593$ *мм*), помещенной в фокальной плоскости объектива. Курс цели учитывается в процессе самой наводки выбором соответствующей точки внутри кольца, положение которой определяется из формулы $r = R\sin\psi$, где r — часть радиуса окружности, принимаемая при наводке, и $\sin\psi$ — величина раккурса самолета (рис. 70, фиг. *I*).

Для учета раккурса самолета на сетку нанесена малая окружность, радиус которой равен половине радиуса большой окружности. Прицел не учитывает также изменения углов прицеливания α в связи с изменением дальности стрельбы. Принят постоянный угол прицеливания для дальности 400 *м*.

Оптическая система прицела состоит из четырех совершенно одинаковых линз: объектива *1*, линз оборачивающей системы *2* и *3* и окуляра *4* (фиг. *I*).

В фокальной плоскости объектива помещена сетка *5* из стекла с кольцевой разграфкой. Сетка служит для учета скорости цели и раккурса ее.

Стрелок рассматривает через окуляр прямое мнимое изображение самолета противника на фоне сетки. Разграфка сетки представляет собой две концентрические окружности диаметром 17,186 *мм* и 8,593 *мм*. На внешней окружности нанесены поперечные радиальные штрихи через 45° длиною 1,5 *мм*. Между центром и внутренней

окружностью нанесены поперечные радиальные штрихи через 90° длиною 3,875 *мм*, назначение которых — облегчить помещение самолета противника в направлении к центру сетки.

Оптические данные прицела: увеличение — 1×, угол поля зрения — 22°, диаметр выходного зрачка — 40 *мм*, фокусное расстояние объектива — 100 *мм*.

Прицел крепится к фюзеляжу самолета двумя кронштейнами. Посредством одного кронштейна прицел регулируется по высоте, а посредством другого — по направлению. Регулируя прицел по высоте, его устанавливают по отношению к пулеметам под постоянным углом прицеливания α для дальности 400 *м*.

Перед объективом помещено защитное стекло, которое предохраняется от грязи крышкой, открывающейся перед стрельбой при помощи троса.

Принципиальная схема прицела ОП-1 вносит следующие систематические ошибки, зависящие от схемы прицела:

1. Углы прицеливания принимаются постоянными и вычислены для дистанции 400 *м*, т. е. допущено, что

$$\alpha \approx \alpha_{400}.$$

Этим вносится систематическая ошибка, определяемая из уравнения:

$$h_\alpha = \alpha - \alpha_{400}.$$

Вычислим, насколько ухудшается вероятность попадания под влиянием только этого фактора; воспользуемся таблицей стрельбы пулемета ПВ-1 и таблицами суммарного рассеивания. В результате подсчетов получим при $\psi = 0°$ (см. таблицу).

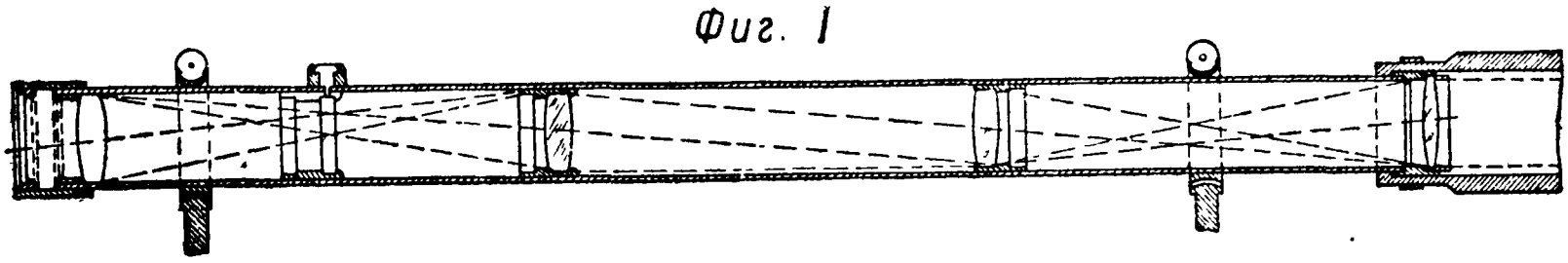
Дистанция	h_α	E_α	$\frac{h_\alpha}{E_\alpha}$	Относительное изменение вероятности ω, %
200	0°06′	0°18′	0,33	2,4
400	0°00′	0°20′	0,00	0,0
600	0°10′	0°23′	0,43	4,1
700	0°16′	0°25′	0,64	8,9
800	0°23′	0°26′	0,88	16,1
1000	0°42′	0°28′	1,50	40,0

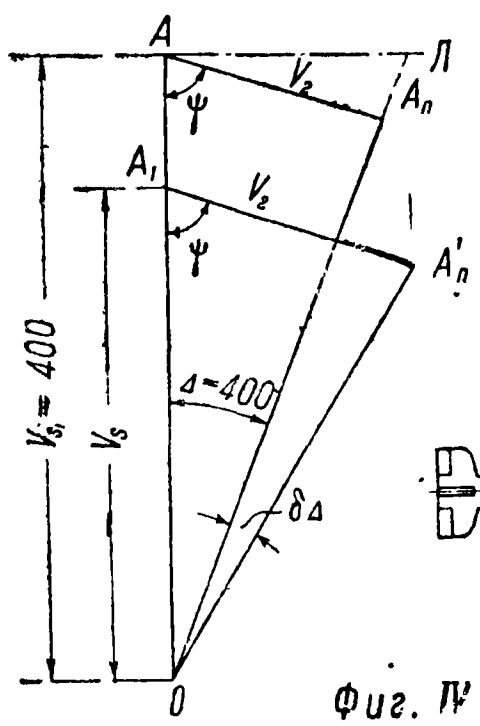
Из таблицы видно, что после 700 *м* относительное изменение вероятности ω попадания ухудшается очень резко.

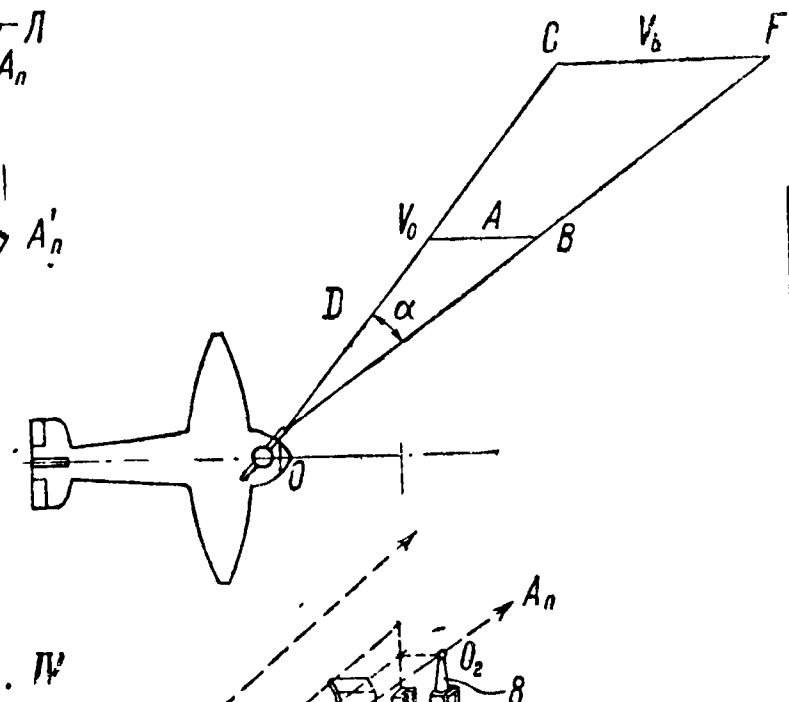
2. Следующая ошибка прицела ОП-1 заключается в том, что средняя скорость пули считается постоянной, независимо от дистанции.

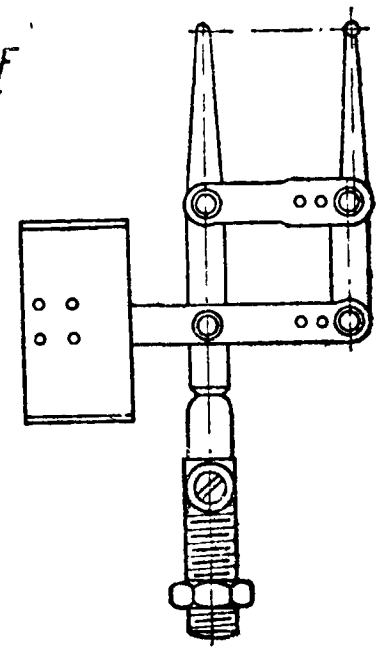
Исследуем, насколько эта конструктивная особенность ухудшает вероятность попадания в цель. На фиг. *II* (рис. 71) изображены две

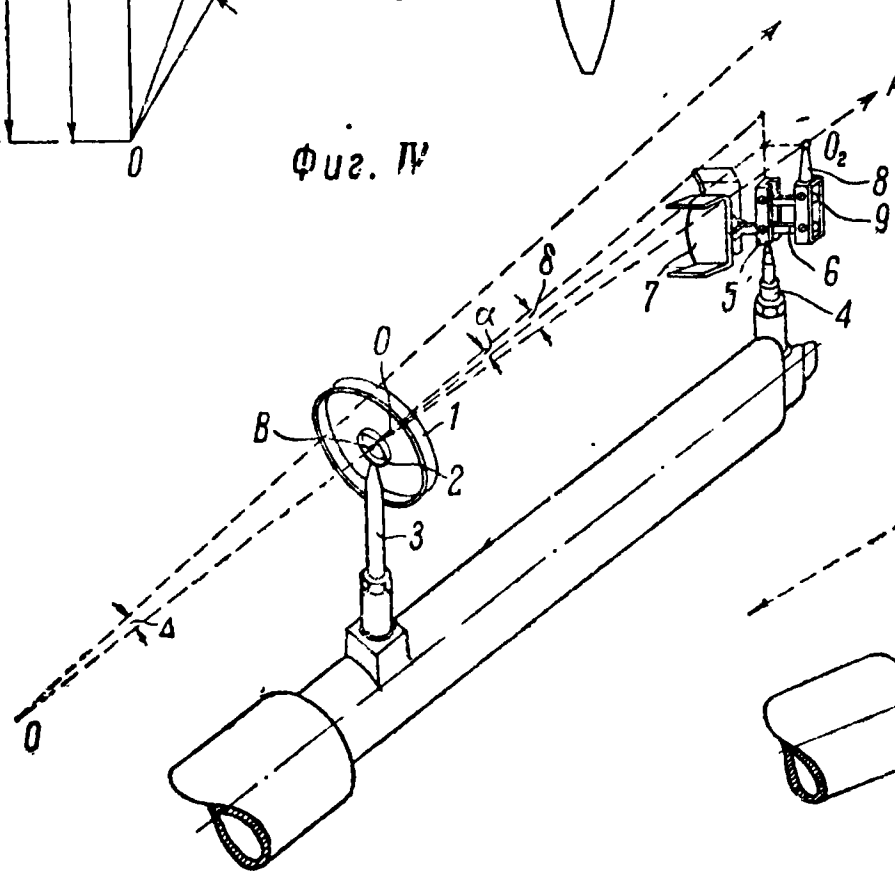
векторные диаграммы OAA_n и $OA_nA'_n$. Первая соответствует схеме на прицеле, причем вектор OA соответствует дальности 400 *м*. Другая диаграмма $OA_nA'_n$ отвечает истинной схеме на местности, и вектор











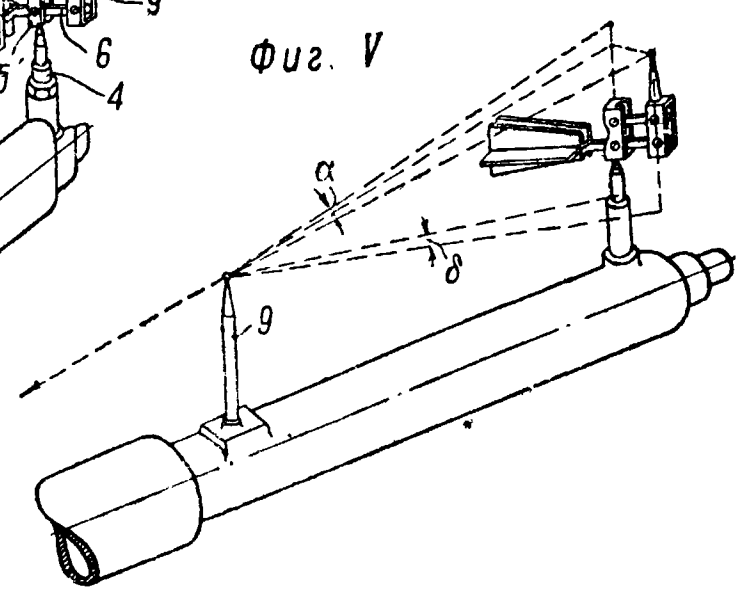


Рис. 71. *I* — прицел ОП-1 ; *II* — векторные диаграммы; *III* — траектория (*OF*) пули в случае несовпадения оси пулемета с направлением его движения; *IV* — общая схема прицела КПТ-1; *VI* — схема устройства флюгер-мушки.

OA пропорционален действительной средней скорости на заданную дистанцию. Ошибкой служит $\delta(\Delta)$ угловая разность, определяемая углом $A_nOA'_n$

$$\delta(\Delta) = \Delta' - \Delta.$$

Находим приближенные значения углов Δ' и Δ_{400}:

$$\Delta_{400} \approx \frac{v_2}{v_s} \sin \psi.$$

$$\Delta' \approx \frac{v_2}{v_s} \sin \psi;$$

подставим в уравнение:

$$\Delta' - \Delta = \delta(\Delta) \approx \frac{v_2}{v_s} \sin \psi - \frac{v_2}{v_{s_1}} \sin \psi \approx \Delta \left(\frac{v_{s_1}}{v_s} - 1 \right).$$

Чтобы поставить условия задачи наиболее жестко, принимаем угол $\psi = 90°$. При этом ошибка δ (Δ) расположится по *ОЛ*. Угол Δ_{400} берем из параметра конструкции ОП-1, т. е. 4°55′, что соответствует углу, под которым виден радиус внешнего кольца.

6. СТРЕЛЬБА ИЗ ТУРЕЛЬНОГО ПУЛЕМЕТА

Когда пулемет находится в летящем самолете, то как пулемет, так и находящаяся в его стволе пуля участвуют в общем движении и имеют ту же скорость, что и самолет. При вылете из ствола в момент выстрела пуля, кроме начальной скорости v_0, полученной под действием пороховых газов, сохраняет также скорость $v_в$ относительно воздуха, так называемую воздушную скорость.

В тех случаях, когда ось пулемета не совпадает с направлением его движения, траектория пули претерпевает значительные изменения. Под действием двух скоростей (рис. 71, фиг. *III*) v_0 и $v_в$ пуля получает движение по их равнодействующей и по величине и направлению, соответствующему диагонали параллелограма, построенного на этих скоростях v_0 и $v_в$. Следовательно, при направлении оси пулемета по *О—С* пуля будет двигаться по оси *OF*, и это обстоятельство должно быть учтено при конструкции прицела. К этим требованиям подходит прицел КПТ-1.

7. ПРИЦЕЛ КПТ-1

Кольцевой пулеметный прицел состоит из кольцевого визира, предназначенного для учета движения цели, и флюгер-мушки — для учета движения собственного самолета.

Общая схема прицела представляет совокупность двух схем: схемы прицеливания с кольцевым прицелом и схемы с флюгер-мушкой.

Кольцевой визир состоит из двух концентрически расположенных колец *1* и *2*, укрепленных с помощью стойки *3* на пулемете (рис. 71, фиг. *IV* и *V*).

Флюгер-мушка состоит из стойки *4* со стержнем *5*, свободно вращающимся в стойке, пластинки *6* со стабилизатором *7* и шпильки *8* с мушкой.

Шпилька соединена со стержнем рычагом *9*. Плечо соединительной пластинки равно в масштабе скорости собственного самолета v_s, расстояние же между стойками *3* и *4* равно в том же масштабе начальной скорости пули v_0.

При стрельбе с таким прицелом глаз стрелка находится на определенном расстоянии l от кольца на линии центра кольца O_1—яблоко мушки O_2, цель же помещается внутри кольца в точке *B* так, чтобы она казалась перемещающейся к центру кольца O_1. При выборе точки *B* внутри визира руководствуются тем, чтобы часть радиуса кольца,

принимаемая при наводке, равнялась раккурсу самолета противника. Для удобства отсчетов на-глаз радиус малого кольца *2* равен $^1/_4$ радиуса большого кольца *1*. В таком случае линия O_1O_2, соединяющая центр кольца *1* и мушку, будет направлена в упрежденную точку A_n (будет учитывать угловое упреждение Δ). Кроме того, в результате собственного движения, плечико *6* флюгер-мушки устанавливается по направлению полета. В итоге ось канала ствола O_1F встанет относительно упрежденной линии цели O_1A_n под углом α и δ, т. е. будет решена и балистическая задача (фиг. *V* и *VI*).

8. ОБОСНОВАНИЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ВОЗДУШНЫМ ПРИЦЕЛАМ

А. Автоматичность

Воздушный бой отличается от наземного высокой скоротечностью и постоянным изменением данных для производства стрельбы. Воздушный стрелок имеет для производства всех установок на прицеле и для наводки такие незначительные промежутки времени, которые не могут сравниться даже со стрельбой скорострельных зенитных орудий. Отсюда вытекает требование максимальной автоматизации процесса прицеливания. На боевом курсе допустимы для неподвижных систем 1—2 установки, а для подвижных — не свыше трех, время для производства их — 2—3 мин. Самые операции должны состоять из грубых поворотов рукояток для перестановки движков с наименьшим отвлечением глаз стрелка. Желательно, чтобы установки производились до выхода на боевой курс. Дальнейшее решение всевозможных зависимостей, решение упредительного треугольника, балистической задачи и т. п. должны быть полностью автоматизированы. В случае невозможности выполнить это требование лучше ориентироваться простыми приборами, приближенно решающими задачу.

Б. Простота в обращении и обучении

Воздушные прицелы должны быть просты в боевом обращении, независимо от сложности конструктивного оформления.

Кроме простоты боевого применения, от воздушного прицела требуется простота выверки, легкость съемки и перестановок. В отношении выверки прицел должен быть настолько прочным и надежным, чтобы его установки не сбивались и не расстраивались от случайных толчков и сотрясений. При работе в воздухе обязательна гарантия, что прицел не собьется, иначе могут возникнуть систематические ошибки, искажающие результаты стрельбы.

В. Универсальность

С точки зрения производственной желательно, чтобы прибор, принятый на вооружение, мог обслуживать несколько объектов, т. е. разных систем оружия и самолеты и решать разнообразные задачи.

Отсюда вытекает требование разработать такой тип прицела, который с незначительными изменениями деталей мог бы применяться к различным типам оружия и самолетов.

Например, прибор для прицеливания ОП-1. Основное его назначение — для стрельбы из неподвижных ПВ-1. Для обслуживания неподвижных пушечных систем применяется та же труба ОП-1, но разграфка сетки представляет комбинацию мер, штрихов дальности и упредительных точек. Для стрельбы из тяжелых автопулеметов на дальние дистанции разработана конструкция ОУ, снабженная раздвижными световыми кольцами, приспособленными для установки углов прицеливания, но в основном это тот же ОП-1.

Параллельно с этим выгодно применять стандартизованные детали, что облегчает развертывание массового производства на заводах военной промышленности.

Кроме того, военный боевой прибор для прицеливания должен удовлетворять как общим техническим условиям на изготовление и приемку военных оптических приборов, так и частным, обусловливаемым специфическими особенностями воздушной стрельбы.

ГЛАВА XII

БОМБОМЕТАНИЕ С САМОЛЕТОВ

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Обозначаем скорость самолета относительно воздушной среды, в которой он перемещается, буквой V и назовем эту скорость воздушной или технической скоростью самолета. Скорость перемещения самолета относительно земли обозначим буквой W и назовем земной или путевой скоростью самолета. Скорость W складывается из двух скоростей: технической V скорости самолета, направленной по оси фюзеляжа, и скорости u перемещения воздушной среды (ветра). Земная скорость самолета W по величине и направлению будет равна диагонали параллелограма, построенного на скоростях V и u.

Если самолет летит в плоскости ветра, то его земная скорость $W = V \pm u$. Когда самолет во время своего горизонтального полета в плоскости ветра сбрасывает бомбу, то на эту бомбу при ее падении будут действовать две причины: одна — сила инерции, которая заставляет бомбу двигаться прямолинейно в горизонтальной плоскости со скоростью W, сообщенной ей самолетом, и другая — сила тяжести, направленная по вертикали вниз и сообщающая бомбе ускорение g (рис. 72).

Если бы падение бомбы совершалось в безвоздушном пространстве (рис. 72, фиг. *I*), то бомба в первую секунду переместилась бы по горизонтали на величину W метров, а по вертикали на $\frac{g}{2} = \frac{9{,}80}{2}$ *м* и в результате была бы в точке *1*. К концу второй секунды бомба по горизонтали переместилась бы на величину $2W$ *м*, а по вертикали

на $g \times \frac{2^2}{2} = 2g$ и была бы в точке *2* и т. д. В результате, когда бомба, описав траекторию *1*, *2*, *3*...*П* (параболу), упадет на землю в точке *П*, то она в горизонтальном направлении переместится на величину

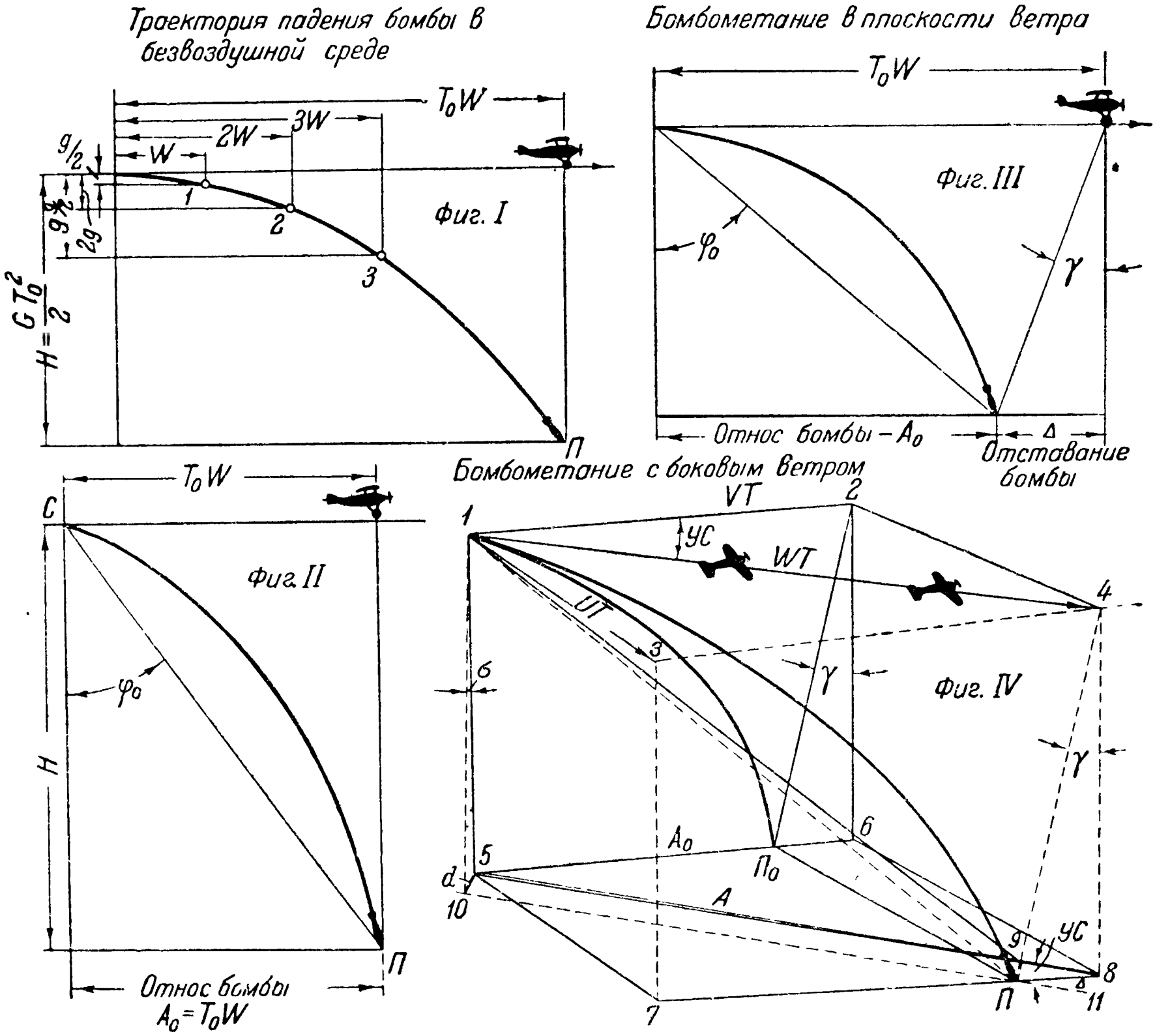


Рис. 72. Бомбометание с самолетов.

T_0W, где T_0 — время падения бомбы с высоты H; время определяется из уравнения:

$$H = \frac{gT_0}{2},$$

откуда

$$T_0 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$ (рис. 72, фиг. *I*).

Во все время полета самолета со скоростью W бомба точно должна находиться под самолетом, падая равноускоренно в вертикальном направлении.

На фиг. *II* (рис. 72) показаны элементы, характеризующие полет бомбы в безвоздушном пространстве.

На самом деле, при бомбометании в плоскости ветра (рис. 72, фиг. *III*) на полет брошенной бомбы действует сила сопротивления воздуха, направленная по касательной к траектории полета бомбы, замедляя полет бомбы в этом направлении, в результате чего горизонтальная составляющая скорости полета бомбы будет уменьшаться, а время, потребное на падение бомбы с высоты H,— увеличиваться. Поэтому, в данном случае, в то время, когда самолет пройдет путь WT, где T — время падения бомбы в воздухе, бомба упадет на землю не под самолетом, а с некоторым отставанием Δ, которое будет зависеть от типа бомбы, плотности воздуха и высоты полета H.

Элементы, характеризующие бомбометание, в этом случае будут:

A_0 — относ бомбы, $A_0 = WT - \Delta$;

Δ — отставание бомбы, $\Delta = H \operatorname{tg} \Delta$;

γ — угол отставания, $\operatorname{tg} \gamma = \frac{\Delta}{H}$;

φ — угол сбрасывания, $\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_0}{H}$

(рис. 72, фиг. *III* и *II*).

Траектория бомбы, сброшенной с боковым ветром. Явление полета бомбы при боковом ветре станет понятным, если мы рассмотрим фиг. *IV* (рис. 72), где картина полета дана в перспективном виде.

Пусть в вертикальной плоскости *1—2—5—6* самолет *1* летит без влияния бокового ветра (рис. 72, фиг. *III*). Бомба, брошенная в точке *1*, опишет в этой же плоскости траекторию $1—П_0$ за время T и упадет с отставанием $\Delta = П_0—6$. За то же время под влиянием ветра и эта плоскость со всеми элементами полета бомбы переместится в плоскость *3—4—8—7* на расстоянии $ИТ$ по направлению ветра. В результате перемещения указанной плоскости, в конечном случае бомба *1* по прошествии времени T упадет в точке $П$, описав траекторию $1—П$. Самолет из точки *1* переместится в точку *4*, пройдя путь WT. Из рисунка видно, что полет бомбы в конечном результате происходил не в вертикальной плоскости *1—4—8—5*, а в наклонной плоскости *1—4—П—10*, расположенной к вертикальной плоскости под углом δ. Таким образом бомбы, брошенные с самолета, передвигающегося по линии *1—4*, будут ложиться на землю не по линии *5—8*, являющейся проекцией пути самолета, а по линии *10—П*, которая смещена вбок на величину d, зависящую от отставания бомбы Δ и угла $УС$ сноса самолета под влиянием бокового ветра (фиг. *IV*).

Элементы, характеризующие траекторию полета бомбы, в этом случае будут:

A — относ бомбы, $A = WT - \Delta \cos УС$;

φ — угол сбрасывания, $\varphi = \frac{A}{H}$;

Δ — отставание бомбы, $\Delta = H \operatorname{tg} \gamma$;

γ — угол отставания, $\operatorname{tg}\gamma = \frac{\Delta}{H}$;

d — смещение бомбы (боковое), $d = \Delta \sin УС$;

δ — угол бокового смещения, $\delta = \operatorname{tg}\delta^\circ = \frac{d}{H} = \operatorname{tg}\gamma \sin УС$.

2. ПРИЦЕЛИВАНИЕ

Для того, чтобы бомба попала в цель, нужно, во-первых, вести самолет так, чтобы линия разрывов *3—4* проходила через цель *Ц*, и, во-вторых, бросить бомбу в момент, когда точка отставания приблизится к цели на расстояние *WT*. Первое называется боковой наводкой, а второе — определением момента сбрасывания. Эти две операции называются прицеливанием и осуществляются прицелами для бомбометания с самолетов.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИЦЕЛОВ ДЛЯ БОМБОМЕТАНИЯ

Большинство ранее применявшихся прицелов было рассчитано на бомбометание в плоскости ветра, когда угол бокового сноса равен нулю и линия разрывов совпадает с проекцией пути самолета на поверх-

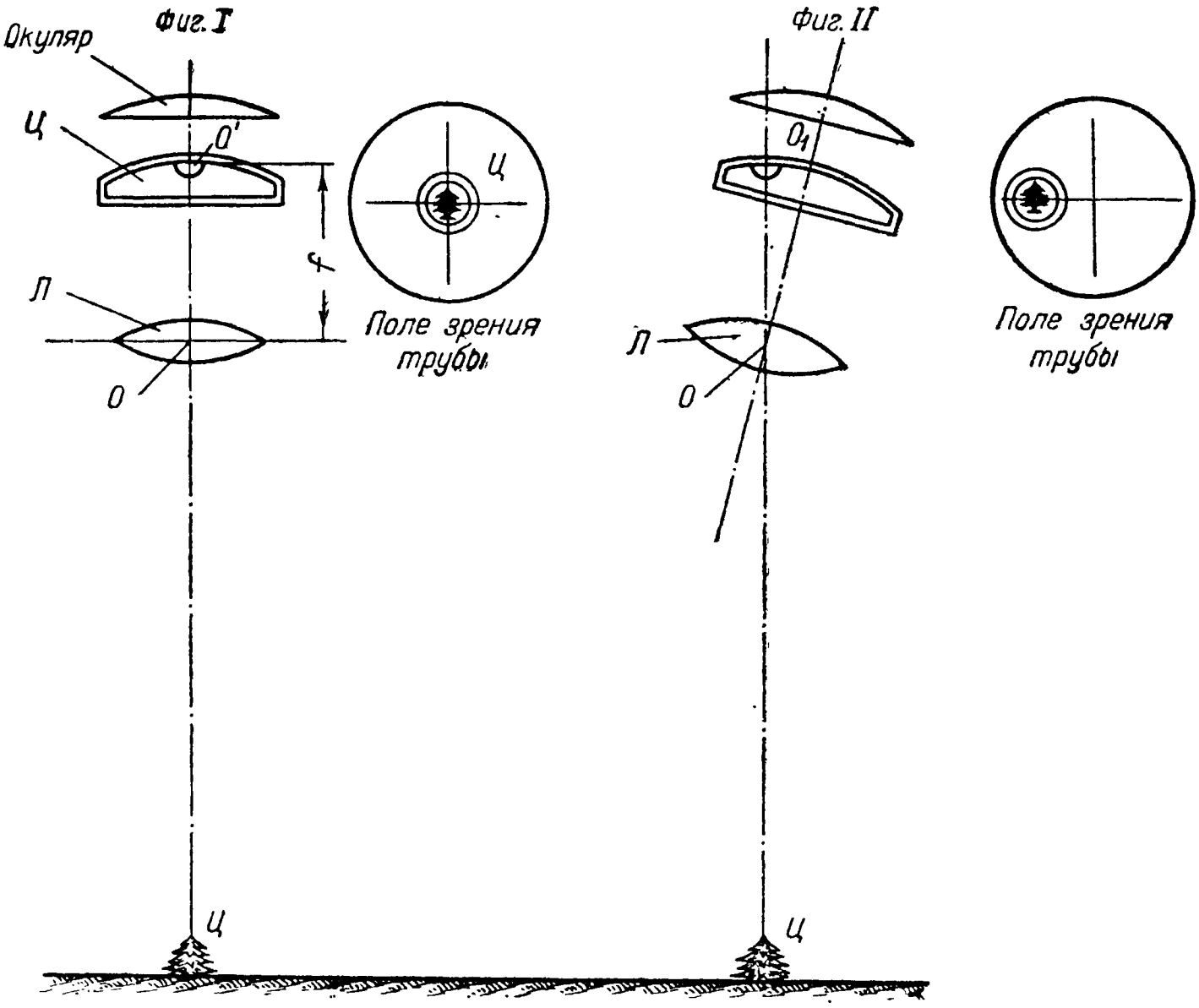


Рис. 73. Схема применения прицела Герца для бомбометания в плоскости ветра.

ности земли. Недостаток этих прицелов заключался в том, что пилот предварительно должен был проделать ряд маневров, чтобы выйти на цель по направлению ветра. К таким прицелам относится прицел Герца ФL-110 (рис. 73).

В настоящее время применяют прицелы, которые позволяют производить бомбометание при любом направлении ветра с подходом самолета к цели с любой стороны. Сюда относятся прицелы типа Герц-Войков ОПБ-2.

Прицелы, требующие предварительного расчета и установки угла прицеливания, называются прицелами по углу сбрасывания. Сюда относятся прицелы Герца ФL-110, ОПБ-1.

Для упрощения расчета для установки угла прицеливания (сбрасывания бомбы) прицелы этого типа снабжаются особыми таблицами. Так, прицел ФL-110 снабжен специальной роликовой коробкой с таблицами для определения угла прицеливания.

Прицелы, рассчитанные на автоматическое определение момента сбрасывания, называются автоматическими прицелами. Такие прицелы снабжаются двигателем — обычно часовым механизмом, изменяющим углы визирования путем поворота отражательной призмы. Таким прицелом является ОПБ-2.

4. ПРИЦЕЛ ДЛЯ БОМБОМЕТАНИЯ С САМОЛЕТОВ ОПБ-1

А. Назначение прицела

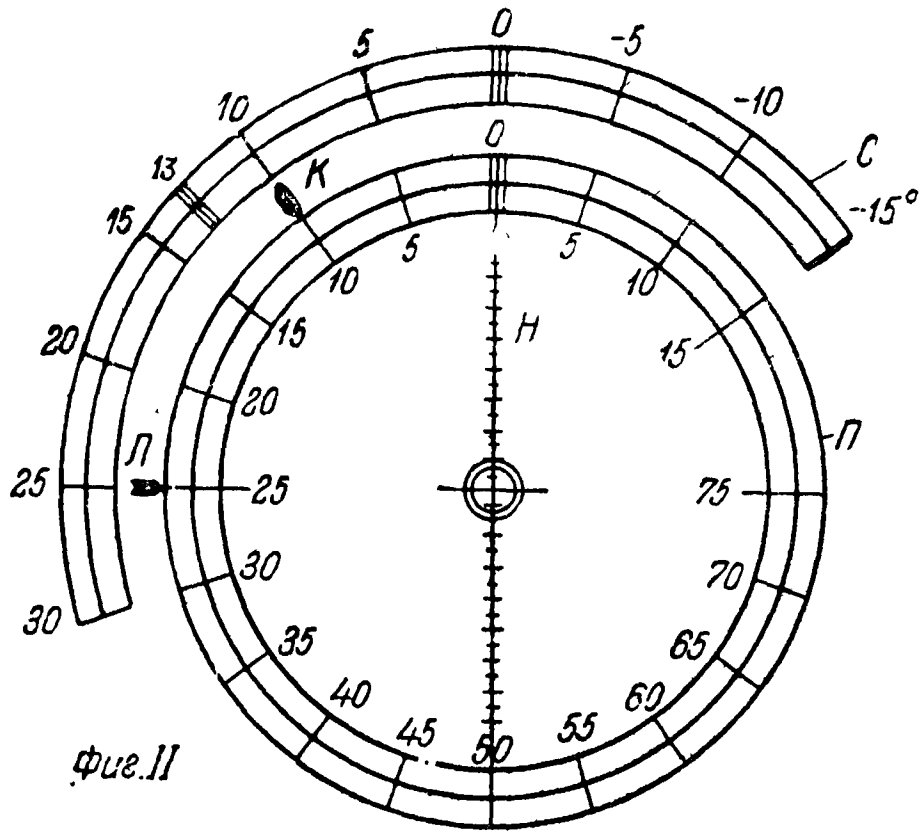
Оптический прицел ОПБ-1 (по типу Герца ФL-110) служит для бомбометания в плоскости ветра и, кроме того, служит для определения путевой (земной) скорости самолета и облегчает ведение самолета на боевом курсе путем применения прибора — курсодержателя, связывающего наблюдателя с летчиком. Для достижения наибольшей точности бомбометания в конструкцию прицела входит приспособление «неподвижной вертикали», которое исключает влияние колебаний самолета на бомбометание.

Б. Основа устройства прицела

Пусть на большой высоте над землей расположена линза *Л* (рис. 73, фиг. *I*).

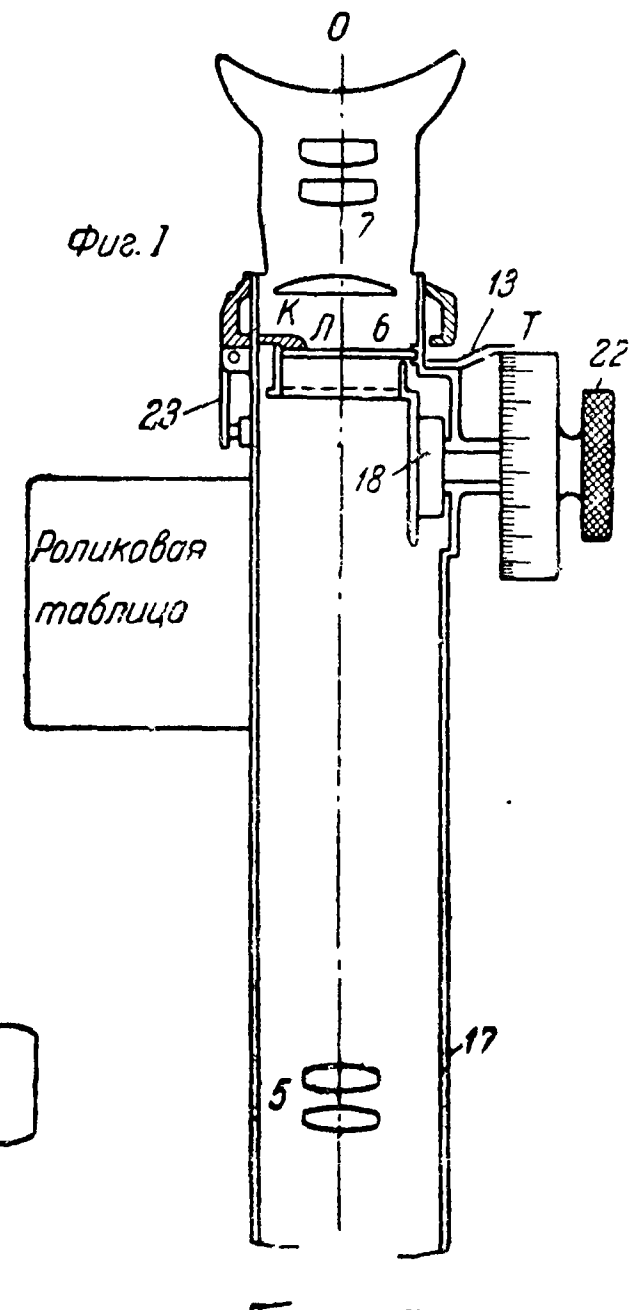
В фокальной плоскости этой линзы получается изображение расположенной внизу местности. Поместив в фокальной плоскости сферический прозрачный уровень *У*, радиус сферической поверхности которого равен фокусному *f* расстоянию линзы, будем иметь, что ось, проходящая через центр *О* линзы и центр пузырька *О′* будет, вертикальна, тогда глаз наблюдателя увидит сквозь пузырек уровня земной предмет *Ц*, лежащий на этой вертикали. Совпадение пузырька уровня и земного предмета не нарушится и в том случае, если вся система трубы будет иметь тот или иной наклон (рис. 73. фиг. *II*) или поворот вокруг оптического центра.

В реально осуществленном прицеле между линзой объектива и глазом (рис. 74, фиг. *I*) помещается еще система оборачивающих линз *5* и сложный окуляр *7*, дающие выпрямленное изображение. Внизу перед линзами объектива трубы помещаются две призмы *1* и *2*, из которых призма *1* может поворачиваться и направлять

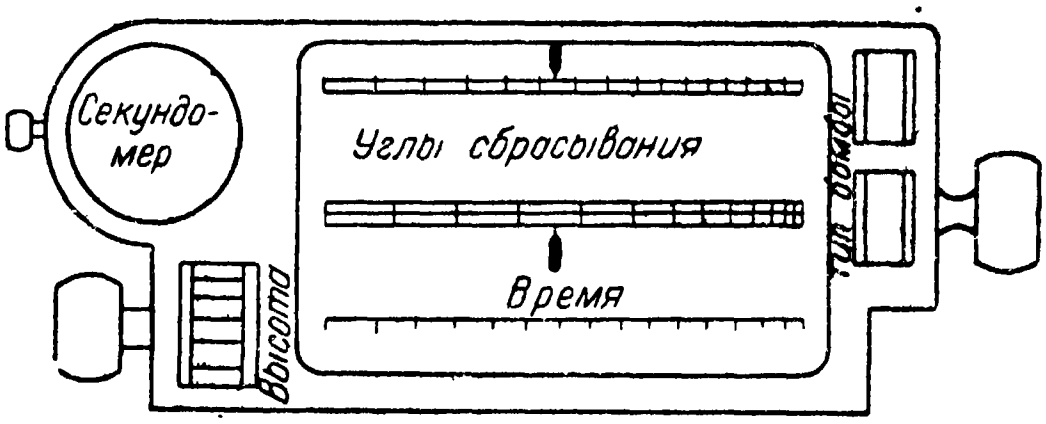


Фиг. II

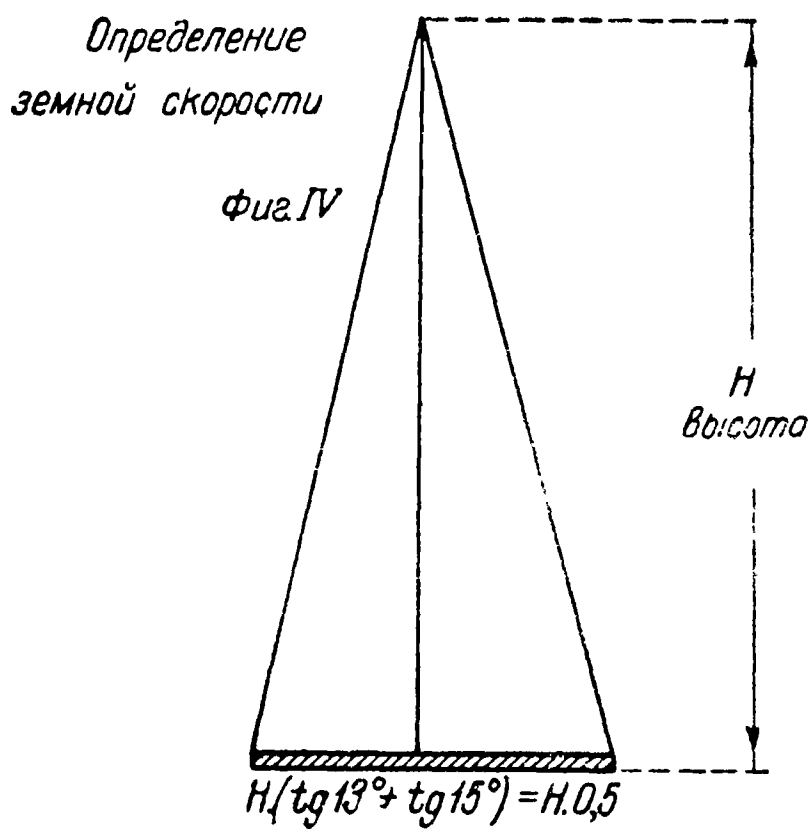
Прицел ОПБ-1



Фиг. 1



Фиг. III



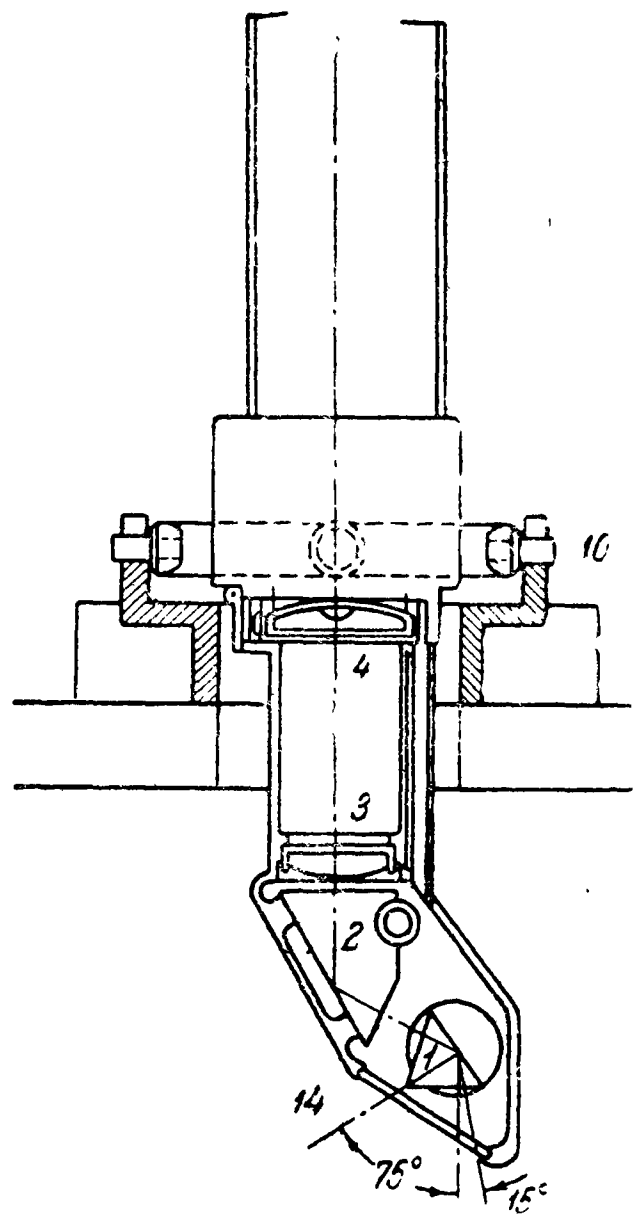


Рис. 74. Схема прицела ОПБ-1.

визирную ось в пределах до 15° в одну сторону и 75° в другую, что позволяет привести изображение любого земного предмета в пределах обзора трубы в совпадение с пузырьком, хотя бы этот предмет и не находился на одной вертикали с центром объектива. Если вращающую призму установить отражающей гранью параллельно грани неподвижной призмы, то центральный луч будет итти по вертикали, и в совпадение с пузырьком уровня придет изображение земного предмета, лежащего строго под самолетом.

Поворот призмы производится механизмом, состоящим из шайбы, к которой прикреплен трос или лента, идущая к окуляру трубы и там навернутая на барабан, вращаемый от маховичка *T*. Таким образом по этому маховичку можно отсчитывать поворот визирной линии в градусах по неподвижному индексу *13*.

В. Описание конструкции прицела

Конструктивное оформление прицела можно разделить на следующие основные узлы:

1) призменная объективная коробка;
2) фокусный уровень;
3) основная труба с линзами оборачивающей системы;
4) механизм качания отражательной призмы *1*;
5) механизм установки углов сбрасывания;
6) окуляр;
7) роликовая таблица;
8) механизм установки прицела в самолете.

1) Нижняя часть трубы прицела, выступающая наружу через отверстие в полу кабины самолета, несет призменную коробку, в которой монтированы качающаяся на горизонтальной оси призма *1* и неподвижная призма *2*. Входное отверстие коробки закрыто защитным стеклом *14*. Назначение призмы *1* — направлять с помощью качания этой призмы визирный луч в пределах +15° назад и +75° вперед от вертикали. Призма *2* служит только для направления луча по оптической оси трубы прицела. Поворотная призма *1* механически связана с отсчетным барабаном *T* в окулярной части при помощи троса или ленты.

2) Фокусный уровень *4*, помещенный в фокальной плоскости объектива *3*, представляет собой стеклянную камеру, наполненную жидкостью (пентан) так, что в камере остается небольшой пузырек воздуха (2—3 *мм*). Камера уровня, наполненного жидкостью, эквивалентна плоско-выпуклой линзе, у которой сферическая сторона имеет радиус, равный фокусу объектива *3*. Уровень *4* монтирован в металлическую оправу, которая вместе с уровнем может выниматься через отверстие в корпусе трубы при замене разбитого уровня новым.

3) В основной трубе *17* монтированы линзы *5* оборачивающей системы обычным образом.

4) В верхней части трубы *17* приспособлен уже упомянутый механизм для качания отражательной призмы *1* с отсчетом углов наклона

призмы, градуированных на барабане *Т* в углах наклона визирного луча по отношению к вертикали (фиг. *I*).

Одновременно с вращением барабана *Т* от маховичка *18* вращается шайба, на которую наматываются трос и коническое зубчатое колесо, сцепленное с коническим колесом. На цилиндрической части зубчатки посажен указатель *Л*, который указывает по шкале, нанесенной на сетке *6*, углы, под которыми направлена визирная ось из нижней коробки прицела.

5) Сетка *6* с нанесенными на ней шкалами, изображена в увеличенном виде на фиг. *II* (рис. 74). На этом рисунке видно, что, кроме шкалы *П*, имеется еще концентрическая шкала *С*, угловые деления на которой нанесены только от 30 до 0 и от 0 до 15° с особыми метками, стоящими у делений 13° и 15°.

Кроме указателя *Л*, по шкалам сетки *6* движется еще указатель *К* установки углов для сбрасывания бомбы. Этот указатель приводится в движение от руки с помощью наружного барабанчика с накаткой *22*. Для фиксирования указателя *К* в определенном положении служит пружинный зажим *23*.

6) Окуляр *7* прицела представляет собой специальную конструкцию широкоугольного окуляра, состоящего из простой линзы коллектива и двух ахроматических глазных линз.

7) Снаружи на трубе прицела укреплена роликовая таблица (рис. 74, фиг. *III*), облегчающая подсчет нужного угла сбрасывания бомбы в зависимости от земной скорости самолета, балистики бомбы и высоты полета.

Роликовая таблица представляет собой снаружи коробку с застекленным верхом и окном с надписью «Высота». Через стекло видно три валика, на которые надеты таблицы. Валики эти связаны между собой зубчатками, насаженными на концы валиков, приводимых во вращение посредством барашка. Нижний валик находится на одной линии с окном высот. При установке в этом окне должной высоты полета с помощью барашка на нижнем ролике в главном окне устанавливается шкала времен. На этой шкале, вращая барашек, следует отметить время прохождения определенной базы, чем определяется скорость самолета относительно земли.

Конструкция визирного прибора и разбивка шкал роликовых таблиц рассчитаны на базу, равную половине высот полета. Угол визирования при пролете базы выбран постоянным, слагающимся из 13° вперед и 15° назад от вертикали.

Оптические данные оптической системы прицела следующие: увеличение 1,5×, поле зрения 30°.

8) Прицел с помощью карданного подвеса *10* (фиг. *I*) укрепляется на вилке установочной пяты, причем эта вилка, вращаясь вместе с трубой, при повороте трубы вокруг вертикали передает автоматически при помощи механизма курсодержателя (не показанного на чертеже) сигналы пилоту для удержания самолета на нужном курсе.

При визировании под большими углами вперед курсовой штрих крестовины должен быть расположен параллельно оси самолета.

Г. Пользование прицелом

До сбрасывания бомбы в намеченную цель надлежит: 1) вывести самолет на курс в плоскости движения ветра и проходящий через цель, 2) определить на этом курсе земную скорость самолета и 3) получить по роликовой таблице угол сбрасывания бомбы в зависимости от скорости полета относительно земли, от высоты полета, калибра и типа бомбы.

Выход самолета на курс строго против ветра или по ветру достигнут, если движение в поле зрения земных предметов происходит все время параллельно курсовой черте. Далее бомбомет приступает к определению земной скорости.

Определение этой скорости основано на следующем приеме. Путем вращения барабана *Т* визирную линию прицела направляют вперед и выбирают на местности ясно видимый предмет под углом к вертикали, большим чем 13°. За этим выбранным предметом наблюдатель-бомбардир следит все время, поворачивая барабан *18* и стараясь удержать изображение предмета спереди от центра пузырька уровня на 1—2°. В это время указатель *Л* в поле зрения трубы движется по шкале *С*, приближаясь к метке у 13°. В момент, когда указатель *Л* совпадет с меткой у 13°, наблюдатель пускает секундомер и останавливает его, когда указатель *Л* совпадет с меткой у 15°, соответствующей углу визирования под углом 15° назад. Углы 13° и 15° выбраны согласно следующим соображениям (рис. 74, фиг. *IV*). Из этого рисунка видно, что тангенсы углов tg 13° + tg 15° = 0,5. Следовательно, зная по альтиметру высоту *Н* и умножив ее на 0,5, мы получим длину пути, пройденного самолетом от момента визирования на земной предмет сначала вперед на 13°, а потом назад под углом 15°. По секундомеру наблюдатель определяет время, в какое пройден этот участок пути, равный половине высоты, и, следовательно, может определить земную скорость.

Отсчитанное время устанавливается путем вращения барашка на шкале нижнего окна роликовой таблицы причем связанные с нижним валиком указатели на шкале для отсчета углов сбрасывания укажут нужные углы. Бомбардир, прочитав тот из углов, который отвечает бомбе данного калибра, устанавливает его с помощью кольца *23*, доведя указатель *К* в поле зрения трубы до указанного угла сбрасывания. В дальнейшем, держа цель на центре пузырька, бомбардир ждет момента, когда указатель *Л* подойдет к указателю *К*, и сбрасывает бомбу. После того как бомба сброшена, шкала барабана *Т* ставится на 0 и наблюдается место падения бомбы по отношению к цели.

Для корректировки метания служит шкала *Н* (фиг. *II*) с делениями, расположенными вдоль курсовой черты. По ней судят, на сколько делений был недолет или перелет бомбы, и по этим данным производят дальнейшую корректировку.

5. ПРИЦЕЛ ДЛЯ БОМБОМЕТАНИЯ (ОПБ-2)

(По типу Герц-Байков)

А. Сравнительная оценка

Этот прицел по отношению к прицелу ОПБ-1 представляет следующие преимущества:

1) горизонтальная начальная скорость бомбы (техническая скорость $\pm$ скорость ветра) в направлении полета учитывается автоматически;

2) угол сбрасывания и определяемый им момент сбрасывания указываются прицелом автоматически;

3) снос может быть учтен простейшим образом;

4) пользование прицелом просто; всякая вычислительная работа сведена к минимуму.

Сущность работы летнаба с этим прицелом заключается в следующем.

1. На прицеле устанавливается время падения бомбы T, угол отставания γ и величина базы C. Величина базы выбирается в зависимости от желаемого времени $t°$ между двумя моментами визирования. При этом прицел дает определенный угол визирования, называемый углом предварительного визирования.

2. В момент прихода цели на угол предварительного визирования включается часовой механизм. При работе часового механизма призма вращается и изменяет углы визирования. Механизм автоматически сконструирован так, что скольжение луча визирования по земной поверхности носит замедленный характер. Поэтому вначале скорость скольжения визирного луча больше путевой скорости самолета и цель уходит в поле зрения прицела из пузырька уровня. Затем скорость луча визирования становится меньше путевой скорости самолета, цель догоняет луч визирования и снова приходит в пузырек уровня.

3. В этот момент следует бросить бомбу, так как закон автоматического прицела таков, что после второго визирования цель придет на установленный на прицеле угол прицеливания через время, которое установлено на прицеле до предварительного визирования.

Б. Основа устройства прицела

Для упрощенного рассуждения не будем учитывать отставание, считая, что

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{WT}{H} \text{ (рис. 75, фиг. } I\text{)},$$

где φ — угол прицеливания (угол сбрасывания бомбы);

W — путевая скорость;

T — время падения бомбы для высоты полета H;

H — высота полета.

Точка *1* неподвижна (фиг. *II*). Направление визирной линии определяется точками *1—2*, из которых точка *2* движется по винту

6 вертикально, и, кроме того, весь винт *6* может перемещаться параллельно самому себе по винту *11* при вращении рукоятки *10*.

Из подобия треугольников *1—2—2* и *1—A—O* (фиг. *II*) можно написать:

$$\frac{S}{C} = \frac{H}{vT}, \text{ или } SvT = CH. \qquad (1)$$

Это выражает закон, по которому конец визирного луча *a* движется по линии *a—0* в зависимости от величин *C*, *H* и *T*. Уравнение (*1*)

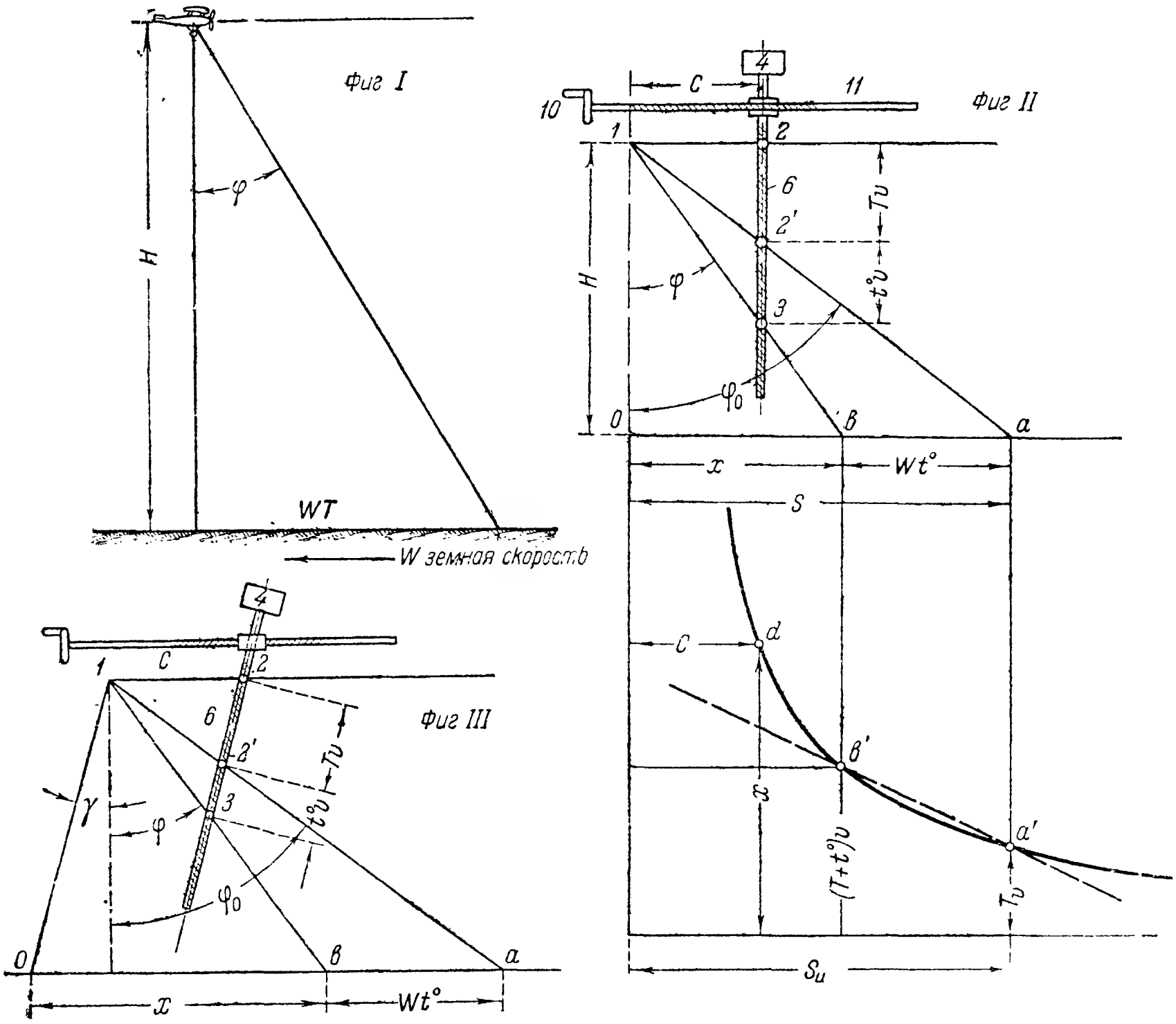


Рис. 75. Теория действия прибора ОПБ-2.

является уравнением гиперболы, у которой за координаты приняты асимптоты, расположенные под углом 90°. Точки *a'* и *d* гиперболы построены на основании уравнения (1). В этой формуле:

S — расстояние конца луча визирования до вертикали под самолетом (в метрах),

C — расстояние от неподвижной точки *1* до оси винта *6*,

T — время работы часового механизма (в секундах, считая от пуска из нулевого исходного положения),

v — скорость движения гайки *3* по винту *6* (рис. 75, фиг. *II*), в прицеле ОПБ-2 эта скорость равна 0,2 *мм/сек*.

Кроме того, равномерное движение цели со скоростью W по линии $S_ц$ можно выразить уравнением:

$$S_ц = TW, \qquad (2)$$

т. е. это будет уравнение прямой. На фиг. *II* оно выразится прямой a'— b', пересекающей гиперболу в двух точках.

В. Работа прицела

Рассмотрим работу прицела в порядке последовательности (фиг. *III*).

Визирная линия *1—2* направлена по горизонтали; следовательно, пересечение этой линии с горизонтальной плоскостью находится на бесконечности. Точка *2* находится на расстоянии C переднего крайнего положения от точки *1*; следовательно, описанное положение элементов прицела характеризуется (исходное положение):

$$S = \frac{CH}{vt} = \frac{CH}{0} = \infty,$$

т. е. конец визирного луча находится на бесконечности.

По мере работы часового механизма линейка *1—3* за одинаковые промежутки времени поворачивается последовательно на угловые величины, все уменьшающиеся по величине, и в положении линейки, близком к вертикали *1—0*, приращение угла поворота близко к нулю (рис. 75, фиг. *III*).

Соответствующие участки пути, проходимые концом визирного луча по земле за одинаковые промежутки времени, также уменьшаются и в пределе стремятся к нулю. Таким образом конец визирного луча максимальную скорость имеет в бесконечности и минимальную — у вертикали.

Для установки данных бомбометания берем только время падения бомбы T с заданной высоты H. После этого пускают часовой механизм *4* на время падения бомбы T. Тогда камень займет на высоте положение *2'* и определит положение визирной линии на приборе для первоначального наведения.

Условимся считать, что прицел стоит на месте, а цель движется навстречу самолету со скоростью W. В этом случае будем иметь $S = \frac{CH}{vt}$. Точкам a и b пересечения визирного луча с горизонтом будут соответствовать точки a' и b'.

При положении визирной линии *1—2—a* выходят на цель. В этот же момент прихода цели на угол $\varphi°$ предварительного визирования включают часовой механизм *4*; тогда скольжение луча по земной поверхности сначала носит замедленный характер. Поэтому вначале скорость скольжения визирного луча больше путевой скорости самолета и цель уходит из пузырька уровня. Затем скорость луча становится меньше путевой скорости самолета, цель догоняет луч визирования и снова приходит в пузырек уровня. Пусть на это тратится время t_0. За это время цель передвинется из точки a в точку b, пройдя

путь Wt_0. Это передвижение на гиперболе выразилось передвижением точки a' в точку b', из чего станет понятным, почему сначала визирная линия опережала цель, а потом догоняла ее.

В этот момент бросим бомбу и докажем, что отрезок пути x действительно будет равен WT, что соответствует нужному углу прицеливания φ.

Треугольники *1—2—3* и *1—b—0* подобны. Следовательно,

$$\frac{x}{H} = \frac{C}{v(T + t^\circ)}, \tag{1}$$

и треугольники *1—2—2'* и *1—0—a* тоже подобны. Следовательно,

$$\frac{H}{Tv} = \frac{x + Wt^\circ}{C}. \tag{2}$$

Умножаем уравнения (1) и (2) и получаем

$$\frac{x}{T} = \frac{x + Wt^\circ}{(T + t^\circ)},$$

$$xT + xt^\circ = xT + TWt^\circ,$$

$$x = \frac{TWt^\circ}{t^\circ} = TW.$$

Следовательно, угол *b—1—0* в момент, когда цель пришла в точку *b*, будет равен углу прицеливания φ и в этот момент действительно нужно бросить бомбу.

Чтобы при бомбометании с прицелом ОПБ-*2* учитывать и угол отставания γ, достаточно заранее винту *6* дать наклон, равный углу γ (рис. 75, фиг. *III*). Тогда получится картина, изображенная на рис. 75, из которой видно, что характер работы прицела остался тем же, что и раньше, ибо и в этом случае фигуры *1—2—2'—3* и *1—a—b—0* дают то же соотношение

$$x = WT.$$

Базу C выбирают такой, чтобы угол предварительного визирования φ_0 был больше угла прицеливания, который определяется формулой

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{WT}{H}.$$

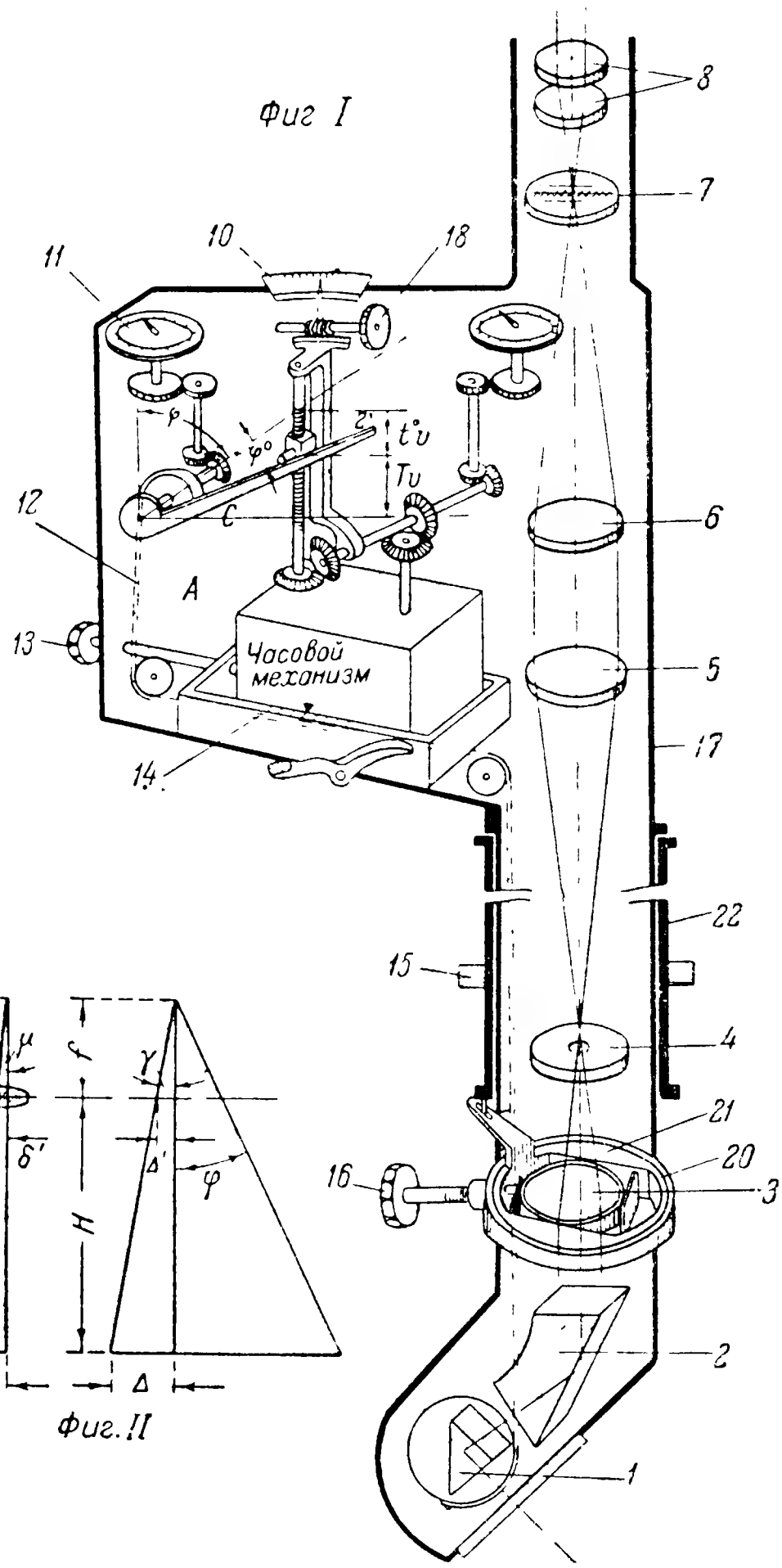
Следовательно, эта база C должна изменяться в зависимости от предполагаемой приблизительно высоты полета H, земной скорости W и времени падения снаряда.

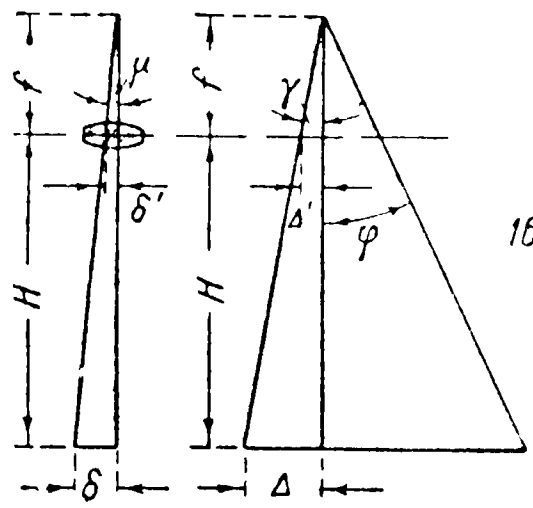
6. КОНСТРУКЦИЯ ПРИЦЕЛА ОПБ-2

А. Оптическая система

Оптика прицела ОПБ-2 однотипна с оптикой ОПБ-1. По ходу луча оптические детали зрительной трубы располагаются следующим образом (рис. 76, фиг. *I*):

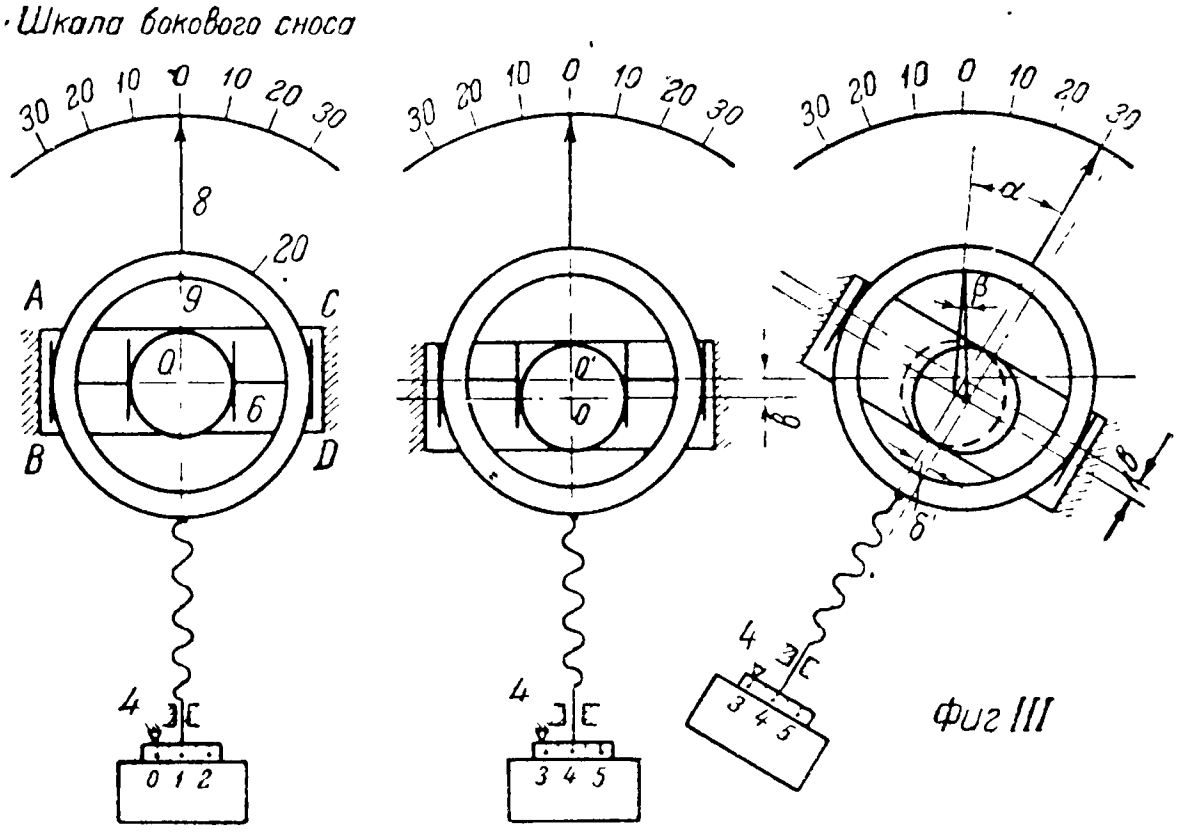
Фиг I





Фиг. II

Шкала бокового сноса



Фиг III

Рис. 76. Конструкция прицела ОПБ-2.

нижняя вращающаяся призма 1, вращением которой от механизма прицела достигается изменение вертикальных углов визирования в пределах —15 ÷ 75°;

неподвижная передаточная призма 2;

объектив 3, который в этом прицеле имеет возможность сдвигаться из центрального положения для учета углов бокового сноса бомбы при боковом ветре (фиг. *I* и *III*). Величина сдвига объектива находится в прямой зависимости от величины угла поворота трубы относительно оси фюзеляжа и от величины угла отставания.

Установка величины отставания производится в прицеле барабанчиков *16*, а влияние угла сноса вводится автоматически при повороте внутренней трубы по отношению к внешней.

Из построения схем бомбометания при боковом ветре известно, что получается ошибка δ относа бомбы, равная $\delta = \Delta \sin \alpha$. Эта ошибка учитывается наклоном визирной плоскости на угол μ, тангенс которого $\operatorname{tg} \mu = \frac{\delta}{H}$ (рис. 76, фиг. *II*).

Этот наклон визирной плоскости достигается смещением объектива на величину δ', получаемую из уравнения:

$$\frac{\delta'}{\delta} = \frac{f}{H}; \quad \delta' = \delta \frac{f}{H}.$$

Аналогично этому величину отставания можно также вызвать смещением объектива на величину $\Delta' = \Delta \frac{f}{H}$ в направлении технической скорости.

Для смещения объектива на величину δ' служит эксцентриковый механизм (рис. 76, фиг. *III*). Он устроен так: в прямоугольном вырезе две грани *AB* и *CD* служат направляющими для объектива. Кольцевая ползушка *20* может перемещаться вдоль направляющих при помощи винта *16* (фиг. *I*) при вращении барабанчика *6* на величину Δ' (фиг. *II*). В кольцевой ползушке, как в подшипнике, может вращаться кольцо *21* с направляющими, которые плотно обхватывают объектив (фиг. *I*).

При перемещении кольцевого хомутика на величину Δ' одновременно на эту же величину перемещается и кольцо *6* вдоль направляющих *AB* и *CD*, которые всегда установлены по направлению путевой скорости самолета. Внешняя труба скреплена с самолетом неподвижно, а внутренняя труба относительно внешней может быть повернута, смотря по величине угла сноса. Величина этого угла отмечается по шкале бокового сноса *8* указателем *9* (рис. 76, фиг. *III*).

Направляющие *AC* и *BD* скреплены с внутренней подвижной трубой, а кольцо с помощью штифта сцеплено с внешней трубой. В нулевом положении центр объектива, центр подвижного хомутика и кольца *6* совпадают с центром *O* трубы. Указатели при этом стоят на нулях, ось *NN* всегда совпадает с продольной осью самолета. Если барабанчик углов отставания повернуть, то центр кольца *6* сместится вдоль оси *NN* на величину Δ' относительно центра трубы, а центр объек-

тива при этом остается в прежнем положении. Указатель *9* (фиг. *I*) бокового сноса бомбы также на нуле. Повертываем теперь внутреннюю трубу на угол α сноса самолета от ветра; при этом на тот же угол будут повернуты направляющие *AC* и *BD* и кольцевой хомутик *2* (фиг. *III*). В это время внутреннее кольцо *6*, связанное штифтом с неподвижной трубой, повернется на некоторый угол β относительно *O'*. При этом объектив переместится в направлении, перпендикулярном путевой скорости, на величину δ', которая и будет искомой поправкой (фиг. *III*).

Далее, в оптику прицела входят *фокусный уровень 4*, *линзы оборачивающей системы 5—6*, *сетка 7*, на которой в этом прицеле нанесена курсовая черта с делениями через 0,5° в пределах $\pm 15°$ (рис. 76, фиг. *I*). По обеим сторонам основной курсовой черты имеются две вспомогательные черты, параллельные курсовой.

Окуляр 8 имеет диоптрийную установку ± 4 диоптрии для достижения ясного видения в зависимости от свойства глаза наблюдателя.

Оптические данные зрительной трубы прицела следующие: увеличение — 1,2×; поле зрения — 32°; диаметр выходного зрачка — 7,3 *мм*; удаление выходного зрачка — 41 *мм*.

Оптика монтирована во внутренней трубе *17*, которая своей верхней окулярной частью и нижней объективной выходит наружу (фиг. *I*).

Б. Механическое устройство прицела

Наружная труба *22* с монтированной в ней внутренней трубой подвешена на карданном шарнире *15* с помощью соответствующего кольца на полу фюзеляжа. Объективная часть прицела при этом проходит через отверстие в полу наружу для обеспечения обзора.

Внутренняя труба может поворачиваться относительно наружной вокруг общей продольной оси на угол бокового сноса от ветра. Учет этих углов производится по шкале *10* на коробке автоматики прицела. Для закрепления внутренней трубы под нужным углом сноса в наружной трубе имеется стопор *17а* (рис. 77).

В. Механизм автоматики

Установку угла отставания γ производят при помощи винта *18*, руководствуясь шкалой *7* (рис. 76, фиг. *I*). Передача установки визирной линии на призму производится с помощью ленты *12* и двух дисков с отношением радиусов 1 : 2.

Установка *C* производится посредством винта с барабанчиком *13*. Отвечающее данному моменту значение *C* отсчитывается по шкале *14*. Величина *C* может быть выбираема произвольно, но должна держаться в границах вышеупомянутой шкалы, выбранных по конструктивным соображениям, а именно: угол φ_0, тангенс которого $\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{C}{H}$, должен быть больше угла прицеливания для предполагаемой высоты бомбометания. Для этого имеется заранее составленная таблица.

Шкала *11* для отсчета текущих значений угла φ расположена на верхней крышке корпуса автомата *А* (рис. 76, фиг. *I*). Этой шкалой обычно не пользуются, применяя ее лишь для целей проверки.

Для включения или выключения часового механизма служит рукоятка *13* (рис. 77).

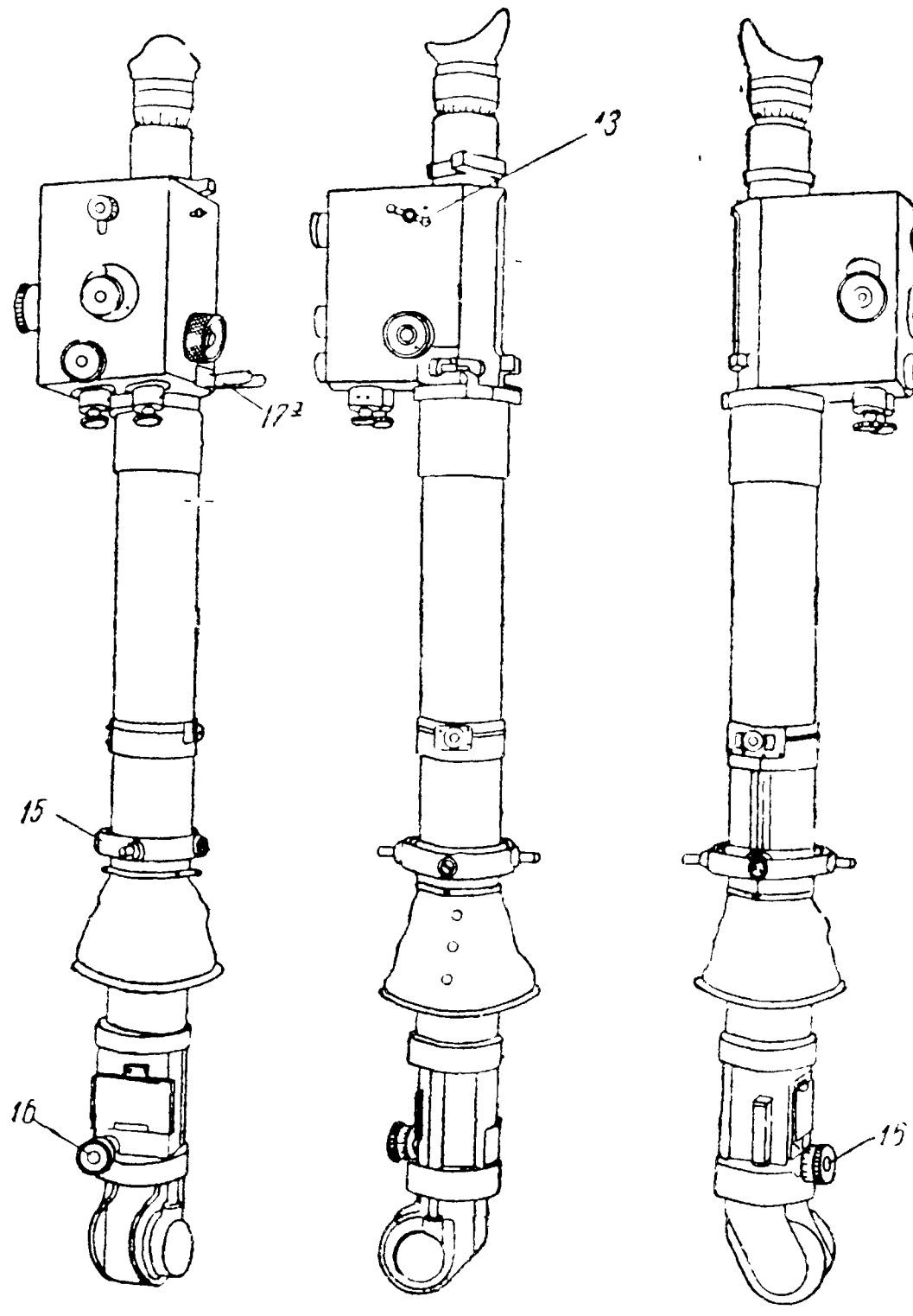


Рис. 77. Схема прицела для бомбометания (ОПБ-2).

Чтобы иметь возможность разыскать район цели в направлении полета, не пуская в ход часового механизма, предусмотрено устройство *16* (рис. 77), дающее возможность вручную поворачивать исключительно отражательную призму.

На сетке трубы имеется курсовая черта, расположенная вдоль оси самолета при установке внутренней трубы по отношению к внешней на делении 0 по шкале.

Внутренняя труба *17* расположена по отношению к внешней так, что оси вращения этих двух труб совпадают. Относительное положение обеих труб может быть отсчитано на шкале боковых сносов и зафиксировано посредством стопора.

Наружная труба снабжена цапфами, несущими карданный подвес *15* (рис. 77), который со своей стороны двумя другими цапфами распо-

ложен в развилинах установочного кольца — передающей части курсодержателя.

С помощью карданного подвеса возможно производить следующие движения трубы:

1) можно наклонять трубу около центральной точки подвеса во все стороны и таким образом удерживать вертикаль, руководясь фокусным уровнем;

2) можно вращать трубу вокруг вертикальной оси вправо или влево в пределах до $+15°$.

Г. Наставление к пользованию прицелом

Для правильного пользования прицельным прибором должны быть известны следующие балистические данные употребляемых бомб:

1) угол отставания γ в функции высоты сбрасывания H;

2) зависимость между высотой сбрасывания и временем падения.

Успешность работы с этим прицелом зависит от соблюдения следующих условий:

1) часовой механизм должен быть испытан и должен работать с отклонением $+1$ секунда на 100-секундный промежуток времени;

2) если при пробе часового механизма перед употреблением случится значительное расхождение во времени, то поправку вводят не в работу часового механизма, а в установку времени падения, изменяя ее в процентном отношении.

Д. Обращение с прибором перед взлетом

1. Труба должна быть установлена на резкое изображение.

2. Проверяется часовой механизм.

3. Если применяется бомба определенного типа, угол отставания γ устанавливается соответственно предполагаемой высоте бомбометания.

4. Если положение цели заранее известно, ее превышение вычитают из высоты полета.

5. Визир устанавливают на наибольшее значение C.

Е. Применение прицела при бомбометании

1. Обыкновенно на цель идут против ветра или по ветру, чтобы исключить боковой снос бомбы. Если это невозможно, то при прямом курсе на цель поворачивают внутреннюю трубу настолько, чтобы местные предметы казались бегущими вдоль курсовой линии, не отклоняясь в стороны. В подысканном таким образом положении внутренняя труба закрепляется относительно наружной (стопор *17*, рис. 77) и летчик управляет так, чтобы итти на цель, не перекрещивая курсовой черты. Снос, таким образом, исключается и самолет прямо идет на цель.

2. Следует установить угол отставания, если это не сделано перед взлетом.

3. Как только определена высота полета за вычетом высоты положения цели, следует установить время падения бомбы, соответствующее этой высоте.

4. Пустить часовой механизм и отработать на прицеле время падения бомбы.

5. Если самолет так подходит к цели, что наблюдатель хорошо может взять ее на прицел, то в тот момент, когда изображение цели попадет в центр пузырька уровня, включается часовой механизм. Это изображение цели будет некоторое время казаться уходящим в обратную сторону, но потом вторично подойдет к центру пузырька. В это мгновение достигнут нужный угол прицеливания, и следует сбросить бомбу.

Если нужно производить бомбометание по нескольким целям, лежащим одна за другой, то полученный угол прицеливания для первой цели фиксируется в приборе, часовой механизм стопорится и последующее бомбометание производится при найденном ранее угле прицеливания.

В данном случае при помощи шкалы градусных делений на курсовой черте сетки можно оценить могущие получиться отклонения и соответственно их корректировать.

При больших бомбардировках целыми эскадрами можно высылать вперед один из самолетов, вооруженный бомбами одинакового типа с вооружением прочих самолетов, с целью установления дневной поправки и пристрелочной корректуры, которая в окончательном виде сообщается остальным самолетам путем сигнализации или по радио.

То обстоятельство, что наблюдателю не нужно держать трубу точно вертикально и не нужно каждый раз определять земную скорость, служит наивозможной разгрузкой наблюдателя и гарантирует вместе с тем наибольшую точность бомбометания.

Применение этого прицела особенно упрощается при использовании однотипных бомб или бомб с одинаковыми балистическими свойствами.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ВОЕННЫХ ЦЕЛЕЙ В ЦАРСКОЙ РОССИИ И В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ

Развитие оптической промышленности в СССР можно подразделить на следующие периоды.

Первый период — с начала зарождения механико-оптического дела на бывшем Обуховском заводе с 1905 г. до 1914 г.—начала империалистической войны.

Второй период — с 1914 г. до Октябрьской революции 1917 г.

Третий период — послереволюционный период с 1917 г. до 1922—1923 гг.

Четвертый период — период быстрого роста оптической промышленности в СССР после восстановления народного хозяйства, разрушенного войной 1914 г. и гражданской войной.

Первый период

В конце прошлого столетия, в связи с применением в военном деле все более усовершенствованных дальнобойных орудий, необходимо было начать производство приборов для прицеливания с оптическими зрительными трубами для достижения более точной наводки на цель. Обуховский сталелитейный и орудийный завод (теперь завод «Большевик»), стоящий на первом месте в ряде заводов, поставляющих крупную дальнобойную артиллерию для армии и флота, должен был снабжать дальнобойные орудия усовершенствованными прицельными приборами.

Решением этой задачи занялся военный инженер Я. Н. Перепелкин (тогда заведующий артиллерийской чертежной). В 1905 г. по его инициативе при Обуховском заводе была основана механико-оптическая мастерская, которая являлась первым предприятием в царской России по изготовлению оптических приборов для военных надобностей, а именно: зрительных призменных труб для прицелов, сконструированных Перепелкиным и вошедших в производство завода под марками: прицелы образца 1906 г. и образца 1908 г.

Но для армии и флота нужны были также оптические наблюдательные приборы: бинокли, стереотрубы, и угломерные: бусоли и панорамные прицельные трубы для полевой артиллерии. Этой потребности не могла удовлетворить вновь организованная меха-

нико-оптическая мастерская. Поэтому русское правительство заключило договор с фирмами Цейсс и Герц (Германия), которые должны были организовать свои филиалы в Риге для снабжения военных ведомств полевыми призменными биноклями, стереотрубами и прямыми зрительными трубами (филиал фирмы Цейсс) и полевыми панорамами, биноклями и стереотрубами (филиал фирмы Герц).

Первым руководителем механико-оптической мастерской Обуховского завода был К. С. Герцик, работавший раньше на оптическом заводе Краусса в Париже. В январе 1906 г. оборудование мастерской состояло всего из 40 станков при 18 рабочих и 2 лицах по администрации. Первые же работы по опто-механике показали, что для успешного развития дела необходимо более серьезное научное руководство. Поэтому в 1907 г. был приглашен профессор А. Л. Гершун сначала консультантом, а с осени 1909 г. он был назначен заведующим оптическим отделом. Летом 1910 г. был приглашен из-за границы Г. В. Ахт, получивший специальную подготовку по расчетам оптических систем на заводах Герца в Берлине и Фохтлендера в Брауншвейге.

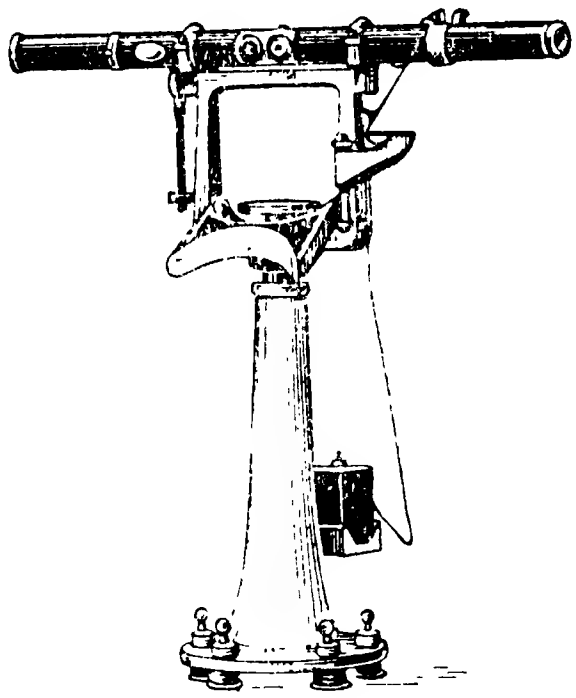
В этот период мастерская оптического отдела приступает к производству биноклей 8× и 6× увеличения, малых стереотруб и бусолей. В 1908 г. отдел получает от военного министерства первый крупный заказ на 2000 полевых панорам по типу Герца — приборов, которые по трудности выполнения и необходимой точности изготовления превосходили все, до сего времени изготовлявшееся в механико-оптической мастерской. Необходимо отметить, что до этого времени изготовленные приборы производились монопольно только заводом Герц в Германии.

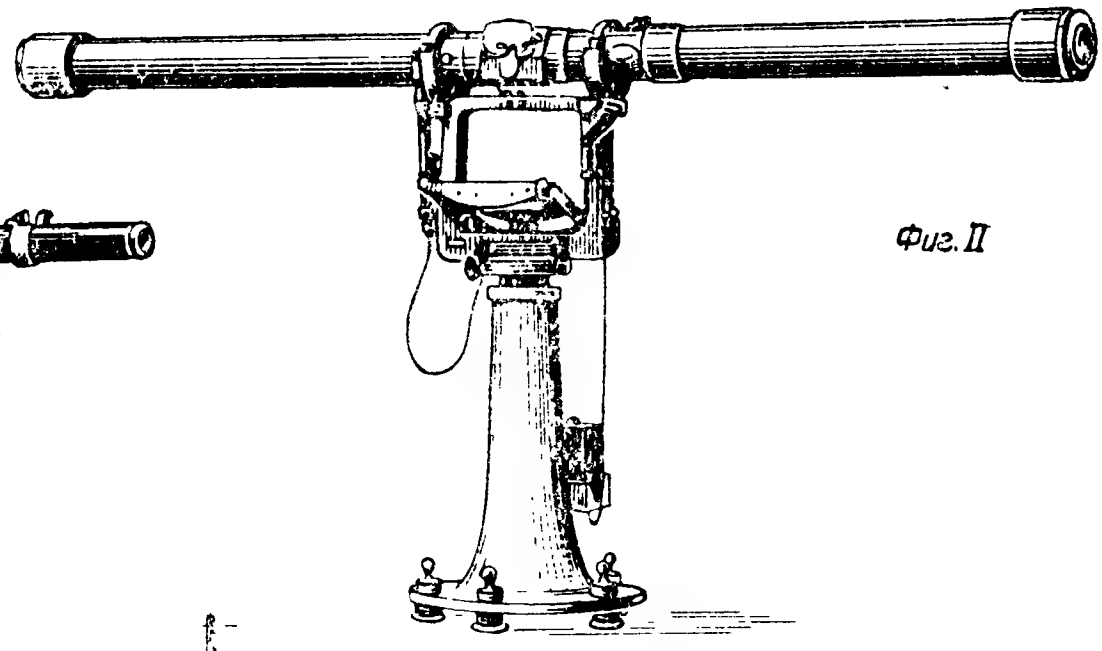
Первые партии полевых панорам начали сдаваться оптическим отделом в 1911 г.

В течение 1909—1911 гг. Обуховский завод вел переговоры с английской фирмой Барр и Струд в Глазго, которая первая из оптических заводов начала изготовлять оптические дальномеры с базою внутри прибора по принципу совмещения двух половинок изображения. Переговоры русского правительства вначале имели целью покупку патента и оказание технической помощи при постановке производства этих дальномеров в России. Переговоры не увенчались успехом, так как фирма Барр и Струд запросила крупную сумму. Однако в дальнейшем все же было достигнуто соглашение, по которому фирма Барр и Струд дает оптическому отделу Обуховского завода все сведения, относящиеся к выверке и юстировке дальномеров, с тем, что эти дальномеры не будут изготовляться самостоятельно в России, а все нужные детали для ремонта будут ввозиться из Англии. Такое соглашение было заключено осенью 1911 г., после чего заведующий отделом А. Л. Гершун и старший мастер Коро были командированы заводом в Англию для изучения дела.

В феврале 1912 г. оптический отдел приступает к устройству отделения для ремонта и выверки дальномеров под руководством мастера, присланного фирмой из Англии.

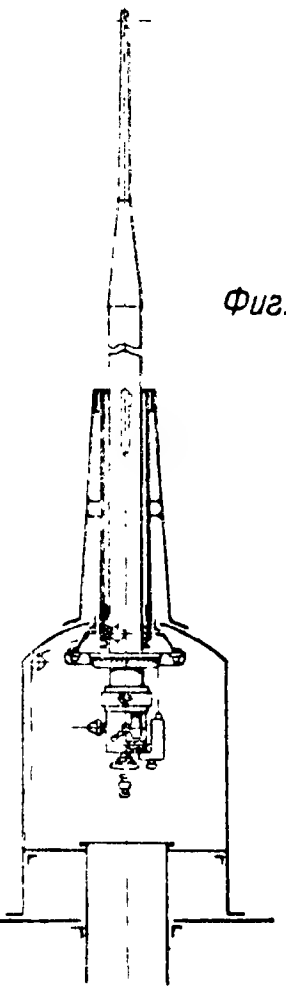
Фиг I



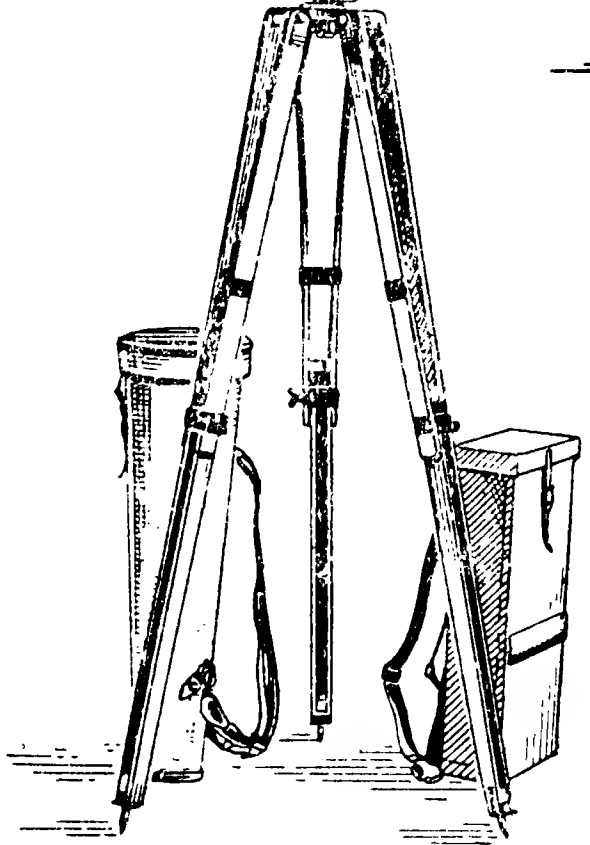


Фиг. II

Фиг. IV



Фиг III



Фие V

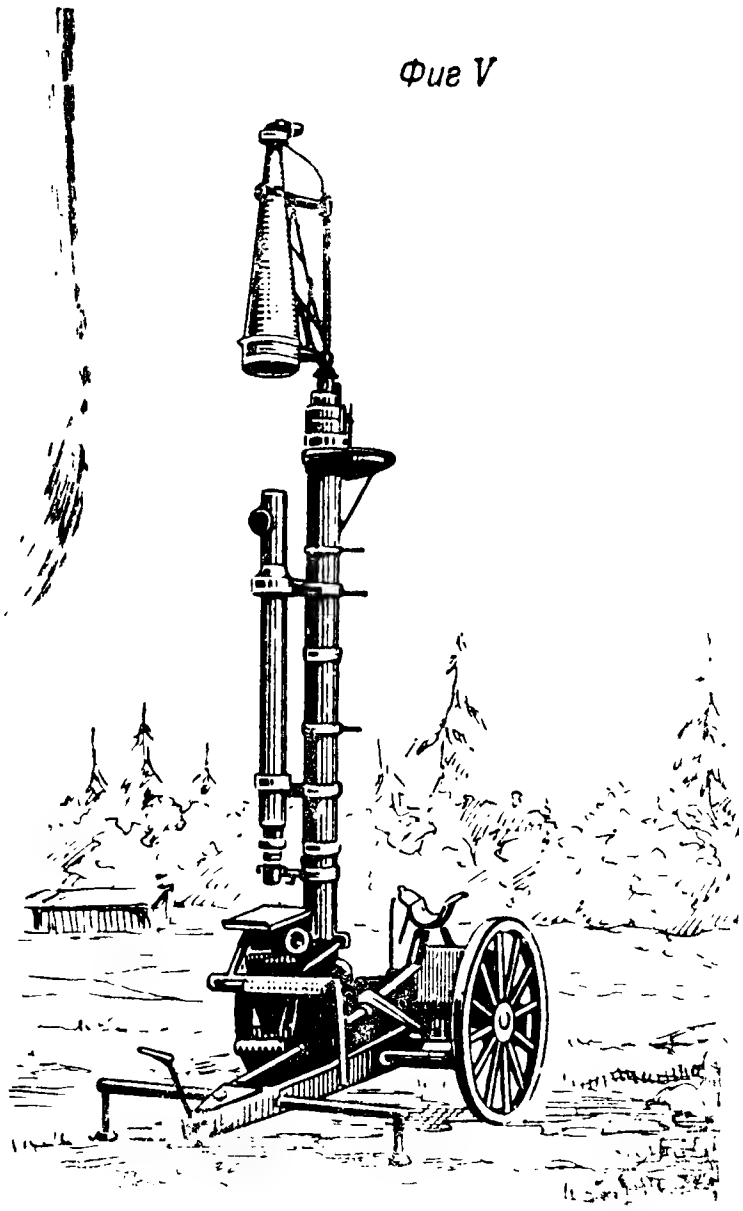


Рис. 78. *I* — дальномеры базою 4 ф. 6 дюймов; *II* — дальномер базою 9 ф.; *III* — наблюдательная труба повышенного увеличения; *IV* — перископ для наблюдения из подводных лодок с бутылкообразной верхней частью и приспособлениями для определения курса и дальности неприятельской цели; *V* — мачтовая зрительная труба для наблюдения одним глазом.

В период до 1914 г. фирмой Барр и Струд для России поставлялись, главным образом, дальномеры базою 4 фута 6 дюймов, 9 футов (рис. 78, фиг. *I*, *II*).

Нужно отметить, что первоклассные германские оптические фирмы Цейсс и Герц производство оптических дальномеров по типу совмещения начали позднее, чем Англия, но, начав, быстро достигли такого совершенства, что уже к началу войны 1914 г. дальномеры фирмы Цейсс были наиболее совершенными инструментами для измерения дистанций.

Летом 1912 г. оптический отдел Обуховского завода покупает станки, материалы и полуготовые изделия у оптического завода «Фос» в Варшаве, который ликвидировал дела после смерти владельца. Кроме того, на работу в оптический отдел перешли и кадры квалифицированных рабочих и мастеров.

В том же году оптический отдел начинает осваивать производство приборов фон-дер-Лауница, которые частично уже изготовлялись фирмой «Фос». К этим приборам относились наблюдательные треугольники, батарейные угломеры, прицельные зеркала, планшеты и береговые крепостные дальномеры.

Подводя итог изложенному, получаем следующую картину снабжения армии и флота оптическими приборами в России за период до 1914 г., беря как характерный 1913—1914 г.

Оптический отдел Обуховского завода поставлял призменные бинокли, стереотрубы, панорамы, бусоли, прямые зрительные трубы 4× и 5× увеличения для морских и крепостных орудийных установок.

Отделение фирмы Герц в Риге поставляло полевые панорамы, бинокли и стереотрубы.

Продукция указанных заводов составляла только 30—40% всех оптических военных приборов, потребных для армии и флота, остальные оптические приборы покупали за границей.

Фирма Барр и Струд (Англия) поставляла оптические дальномеры, фирма Росс — прямые зрительные трубы 4× увеличения для морских прицелов.

Фирма Цейсс (Германия) поставляла бинокли, стереотрубы, зрительные прицельные трубы панкратического увеличения, перископические трубы для морских и крепостных башенных установок и в последние годы перед войной — дальномеры, перископы для подводных лодок, светосигнальные приборы. Фирма Герц поставляла бинокли, полевые панорамы, большие стереотрубы и в последние годы перед войной —оптические дальномеры и перископы для подводных лодок.

Фирма Краус (Франция) поставляла призменные бинокли.

Фирма Офичино Галилео (Италия) поставляла по преимуществу перископы для подводных лодок.

Из изложенного видно, что несмотря на то, что в 1914 г. уже существовали начатки отечественной оптической промышленности, в общем масштабе царское правительство почти целиком зависело от заграничных фирм. Эта зависимость станет еще нагляднее, если

указать, что в большинстве случаев сырье и, в первую очередь, оптическое стекло ввозились из Германии (фирма Шотт в Иене) и частично из Франции (фирма Парра Мантуа). Из-за границы ввозили также материалы для обработки стекла — наждаки, крокусы, алунд, химические продукты, лаки, краски, а также полуфабрикаты, инструменты и сортовые материалы цветных металлов.

Ясно, что все перечисленные приборы, поставлявшиеся иностранными фирмами, являлись не последней новостью в военном деле, кроме того, из-за валютных затруднений эти приборы ввозились в меньшем числе, чем требовалось. Поэтому вооруженность оптическими приборами перед началом войны 1914 г. германской армии стояла неизмеримо выше царской армии.

В области наблюдательных приборов, кроме обычных призменных полевых биноклей и стереотруб с выносом по высоте 320 *мм*, в германской армии были более современные стереотрубы с увеличением 10× и 20× и расстоянием между объективом и окуляром 500 *мм*. Имелись зеркальные перископические трубы с насаженным на нижнее колено трубы полевым биноклем, которые употреблялись для наблюдения из окопов. Войска были снабжены так называемыми гироскопами — зрительными трубами с качающимися верхними половинками. Малая модель этой трубы позволяла поднять объективы от глаза на высоту от 1,6 до 2,2 *м*, большая модель — на высоту от 1,6 до 3,8 *м*. При установке малой модели на наблюдательную повозку достигали высоты объектива над землей до 6,1 *м*. В обоих моделях два наблюдателя могли одновременно наблюдать одним глазом. Во всех указанных трубах имелись угломерные механизмы для измерения углов по горизонту и углов местности. Чтобы поднять объектив еще на большую высоту до 20—25 *м*, служили мачтовые зрительные трубы для наблюдения одним глазом (рис. 78, фиг. *V*). Имелись наблюдательные трубы повышенного увеличения: бинокулярные и монокулярные. К ним относились трубы 12—20 и 40× увеличения с объективом 80 *мм* в диаметре (рис. 78, фиг. *III*) и трубы 33—52 и 72× увеличения с диаметром объектива 110 *мм*. Для наблюдения из подводных лодок уже применялись перископы до 8—9 *м* длиною с бутылкообразной верхней частью и приспособлениями для определения курса и дальности неприятельской цели (рис. 78, фиг. *IV*).

Прицельные приспособления

В германской армии уже имелись в достаточном количестве оптические прицелы для винтовок в виде монокулярных призменных или прямых зрительных труб с увеличением 3—4× и вынесенным зрачком выхода. Пулеметы были вооружены оптическими прицелами с увеличением зрительных труб от 2× до 2,5×. В морской и крепостной артиллерии уже применялись приборы центрального управления огнем и центральной наводки (рис. 79, фиг. *I*) с синхронной электрической передачей. При стрельбе по зенитным целям нашли применение специальные зенитные прицелы, автоматически решающие

задачу нахождения упрежденной точки в пространстве встречи снаряда с самолетом. В области бомбометания с самолетов имелись уже оптические прицелы типа FL-110 Герца с устойчивой вертикалью. В германской армии уже имелись командирские приборы для зенитной стрельбы, которые, помимо определения упрежденной точки в пространстве, учитывали при стрельбе направление и силу ветра и другие метеорологические влияния (рис. 79, фиг. *II*).

Оптические дальномеры

Германская армия была снабжена следующими типами дальномеров.

Пехотным с базою 70 *см*, 11× увеличения, со шкалой для измерения расстояний от 200 до 10 000 *мм*. Вес около 5 *кг*.

Для окопной войны и вообще для измерения из закрытых позиций служил окопный дальномер с базою 50 *см*, перископичностью в 32 *см* и увеличением 11× (рис. 79, фиг. *III* и *IV*).

Для зенитных батарей применялся дальномер с базою 125 *см*, 18× увеличения, со шкалой дальности от 600 до 15 000 *м*.

Далее идут дальномеры с базою 2 и 4 *м*. Последний дальномер имеет 19× увеличение и пределы шкалы дальности от 2000 до 50 000 *м*. Вес дальномера 50 *кг*. Труба этого дальномера состояла из трех частей, которые для укладки и при переноске укладываются в ящик одна около другой (рис. 79, фиг. *V*).

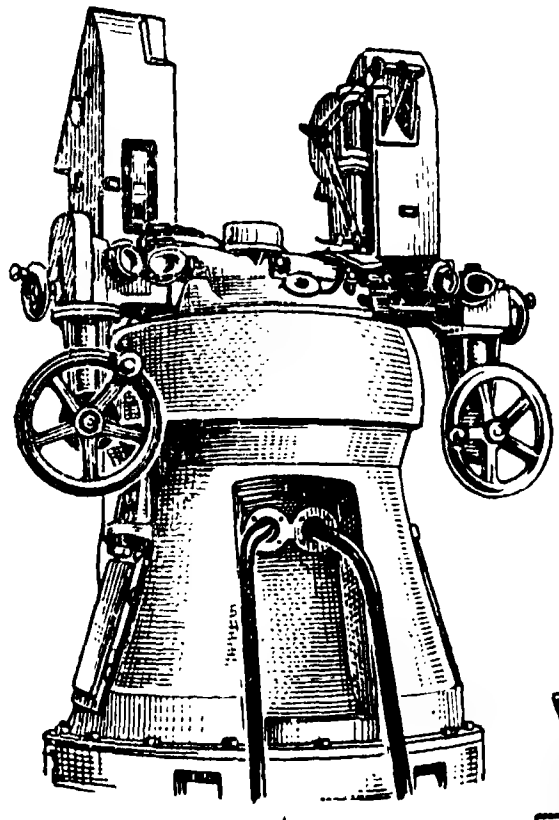
Для крепостных и карабельных установок применялись дальномеры с базою от 3 до 10 *м* с внутренней выверкой.

В области светосигнальных аппаратов имели большое распространение приборы с вогнутыми зеркалами диаметром до 250 *мм* с применением ацетиленово-кислородных источников света, электрических лампочек накаливания и вольтовых дуг.

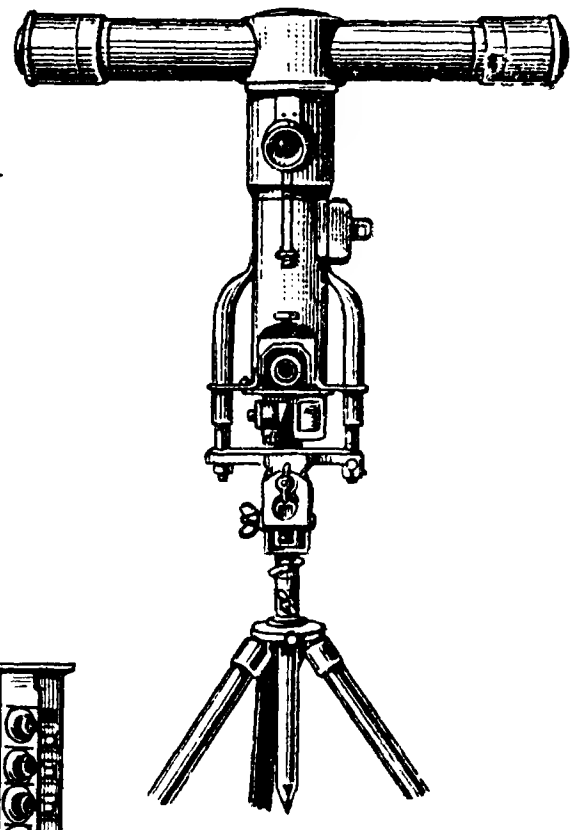
Фотография в германской армии имела применение для производства стереоскопических снимков через стереотрубу в целях лучшего изучения местности при помощи стереоскопа. Фотографические камеры были приспособлены для съемки местности с самолета, причем для получения снимков в возможно больших масштабах применялись камеры с объективами, фокусы которых брались от 25 *см* до 3 *м*.

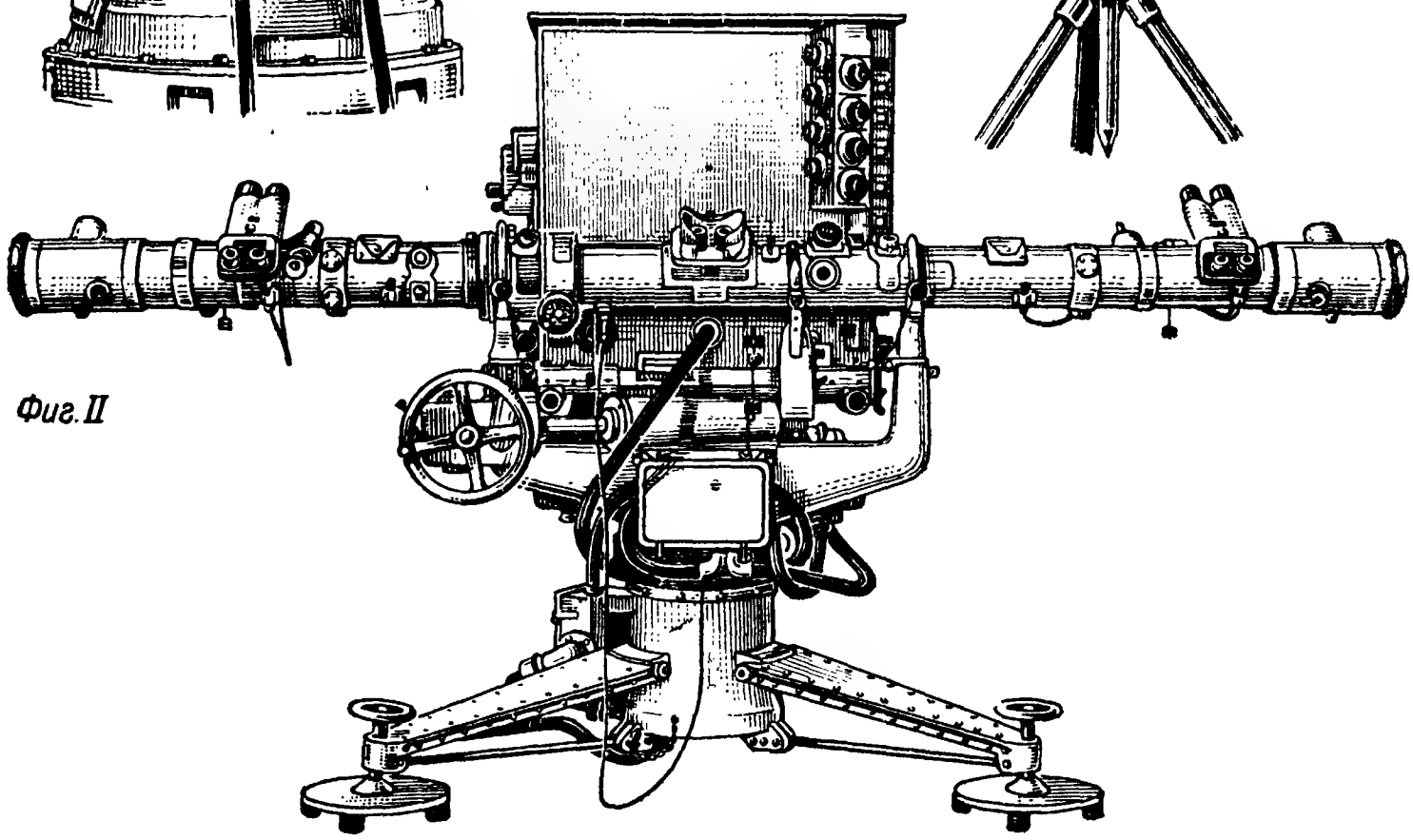
Приведенные данные показывают, как неизмеримо выше была оснащена германская армия оптическими приборами по сравнению с русской армией. А между тем, как будет показано в дальнейшем, в России достаточно было людей изобретательных, энергичных, но их начинания утопали в море бюрократизма, косности и отсталости техники по точному приборостроению. Так, например, идея устройства приборов центрального управления огнем (ПУАО) и центральной наводки (ЦН) для судовых орудийных установок возникла еще в 1911—12 гг. и было приступлено к изготовлению этих приборов на бывш. заводе Эриксон в Петрограде. Опытные приборы для указанных целей были построены раньше, чем в других иностранных государствах, в частности раньше, чем в Италии. Вследствие консер-

Фиг I



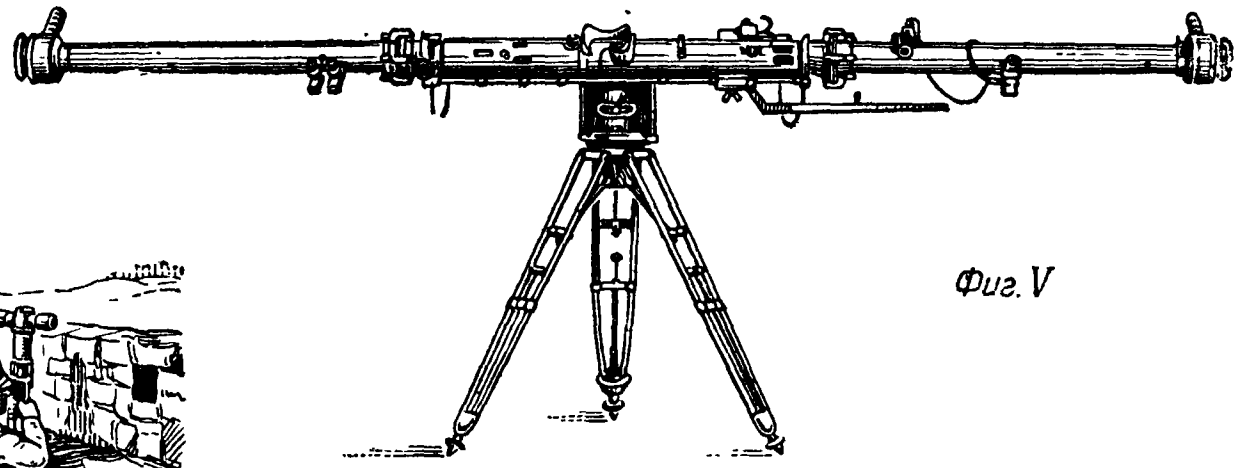
Фиг. III





Фиг. II

Фиг. IV



Фиг. V

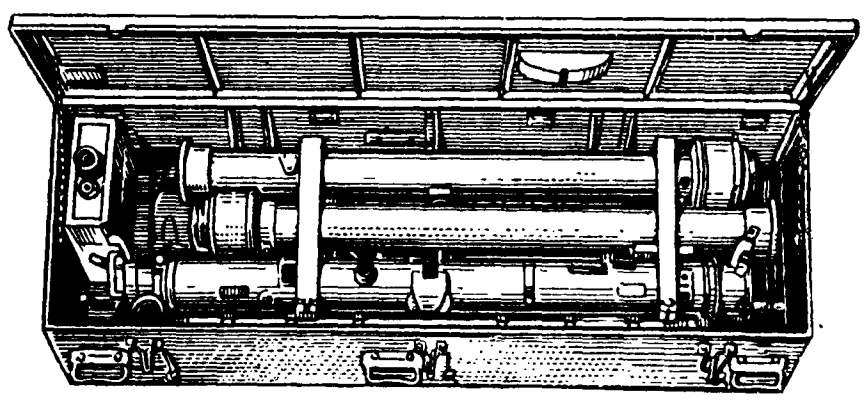


Рис. 79. Прицельные приспособления: *I* — прибор центральной наводки; *II* — стереовысотомер, база 3,0 *м* с зенитным командным прибором; *III*—*IV* — дальномер «Инверт» с отнесенным вниз окуляром, база 0,50 *м*; *V* — составной дальномер «Инверт», база 4,0 *м*.

ватизму царского правительства, этому новому делу в России не было уделено должного внимания и завод Эриксон вошел в контакт с итальянским правительством, которое использовало уже проделанный в России опыт и пошло дальше. В результате получилось, что через несколько лет итальянская оптическая промышленность в области построения ПУАО и ЦН далеко опередила царскую Россию.

Из-за бюрократизма и волокиты этот прибор так и не был доведен до конца.

Второй период

Период с 1914 г. характеризуется возросшей потребностью в военных оптических приборах в связи с войной, и на долю русской оптической промышленности выпала особо тяжелая задача поставки этих приборов в то время, когда прекратился ввоз из Германии оптического стекла, химикалий и других подсобных материалов для оптического производства.

Правительство ассигнует крупные суммы на расширение оптической мастерской на Обуховском заводе, заключает договор с английской фирмой братьев Ченс на постановку производства в России оптического стекла, субсидируется вновь организованное в 1914 г. акционерное общество по постройке нового оптического завода в Петрограде на Чугунной улице (теперь завод ГОМЗ).

Таким образом вся тяжесть производства оптических военных приборов выпала на долю оптического отдела Обуховского завода и на полуразрушенные при эвакуации из Риги отделения заводов Герц и Цейсс, которые перекочевывали сначала в Ленинград, потом в Воронеж и уже после революции сначала в Подольск, а потом в Павшино под Москвой.

Для дальнейшего успешного развития оптической промышленности особенно остро стал вопрос о получении оптического стекла. Этот вопрос поднимался еще в 1908 г.

Однако в первые же месяцы империалистической войны 1914 г. выяснилось, что запасы стекла оказались далеко недостаточными и снова был выдвинут вопрос об оптическом стекле, так как положение с производством оптических приборов становилось катастрофическим.

Тогда бывшему императорскому фарфоровому заводу (ныне завод им. Ломоносова в Ленинграде) было предписано в начале 1915 г. приступить в срочном порядке к организации производства оптического стекла. В высшей степени своеобразное и трудное производство этого стекла составляло в то время монополию лишь трех фирм на всем земном шаре — Шотт в Иене, Парра Мантуа в Париже и небольшой завод братьев Ченс в Англии — и содержалось под величайшим секретом. В России не было ни одного человека, хотя бы сколько-нибудь знакомого с этим делом; совершенно не было литературы, посвященной этому вопросу.

В таких тяжелых условиях этим делом занялись в России первые пионеры в лице Д. С. Рождественского, И. В. Гребенщикова и Н. Н. Качалова. Как и следовало ожидать, деятельность этих работников на фарфоровом заводе в течение первого года не дала положительных результатов и потому зимою 1915—16 гг. был заключен договор с английским заводом Ченс на передачу в Россию установленных там методов варки оптического стекла. Группа работников фарфорового завода посетила завод Ченса, ознакомилась там с технологическими процессами варки стекла и оборудованием. К лету 1916 г. на заводе были отстроены специальные корпуса и стали выпускаться первые партии оптического стекла.

Однако дореволюционный период оптического стекловарения не ознаменовался большими достижениями. За этот период завод успел наладить производство только трех сортов стекла невысокого качества по однородности и прозрачности.

Механико-оптическая промышленность, сосредоточенная, главным образом, в оптическом отделе Обуховского завода, в период войны 1914 г. приступает к разработке и постановке ряда новых оптических приборов, которые до войны не изготовлялись. Сюда относятся: перископы для башенных прицелов, для крепостных установок, для подводных лодок, дальномеры, микрометры, визиры для наблюдения за подводными лодками; прицелы для винтовок и пулеметов; панорамы для зенитных орудий, прицелы для минных аппаратов, приборы светового телеграфирования, приборы гальванической стрельбы и освещения прицелов.

Третий период

После Октябрьской революции 1917 г. производство оптических приборов военного назначения значительно сокращается. Заводы переходят частично на мирное производство или заняты ремонтом приходящих с фронтов гражданской войны инструментов. С успешным развитием борьбы Красной Армии с интервентами и контрреволюционерами в оптический отдел завода «Большевик» (бывший Обуховский завод) начинает поступать все большее и большее количество самых разнообразных оптических приборов германских, японских и английских фирм. В обязанность оптического отдела тогда входил осмотр всего этого вооружения, отыскание наиболее интересных приборов и их ремонт.

Четвертый период

Этот период характеризуется полной реконструкцией оптической промышленности в связи с реконструкцией всего народного хозяйства. В области оптической промышленности эта реконструкция коснулась расширения масштабов производства, освоения новых объектов, оснащения производства новым самым современным оборудованием.

В настоящее время мы имеем советскую оптическую промышленность, которая полностью обеспечивает огромную потребность в приборах как для нужд обороны страны, так и для потребностей мирного строительства.

За этот последний период наша оптическая промышленность сделала наш Союз совершенно независимым от иностранных государств, так как оптические приборы изготовляются теперь из советских материалов руками советских рабочих, техников и инженеров.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ПРИЕМКУ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

I. Наружный осмотр

1. На наружной поверхности прибора при наблюдении невооруженным глазом не должно быть заметно царапин и других повреждений отделки, а также следов коррозии. Все надписи и деления должны быть сделаны четко. Наружное защитное покрытие лаком, краской и другим способом должно быть прочным.

2. Все части оптических спецприборов должны быть выполнены из высокосортного материала. Выполнение частей должно быть тщательное и точное. Все отдельные части должны быть прочными и надежными в обстановке военного времени. Должна быть обеспечена плотная пригонка подвижных частей и легкое их действие.

3. Выполнение внутренних конструкций приборов, соприкасающихся с оптическими деталями, должно исключать всякую возможность загрязнения оптики.

4. Механизмы для установки и отсчетов угловых и линейных величин должны действовать легко, без заметных вредных мертвых ходов.

5. Движение окуляров должно быть плавным и не слишком свободным. Установка окуляров не должна самопроизвольно расстраиваться.

6. Окулярные раковины бинокулярных приборов, при установке окуляров на одинаковое число диоптрий, должны находиться на одной высоте (допуск 1 *мм*).

7. Все винты должны плотно сидеть в своих гнездах и не должны свободно отвинчиваться.

8. Диоптрийные деления на окулярах должны быть нанесены не менее как от —4 до +4 диоптрий с цифрами на нулевом и двух крайних делениях. Шкала расстояний между окулярами (для бинокулярных приборов) должна быть нанесена в миллиметрах от 58 до 74 *мм* через каждые два миллиметра и должна иметь цифровые обозначения: 70 *мм* и 60 *мм* на соответствующих делениях.

9. Стекло, идущее на изготовление деталей оптики, должно удовлетворять специальным требованиям на прием оптического стекла.

10. Поверхности стекол должны быть хорошо отполированы. Стекло должно быть однородным, без трещин, царапин, шлир и остаточных натяжений. Незначительные пузырьки допускаются, если они совершенно не влияют на качество изображения, кроме стекол, поставленных в фокальных плоскостях с нанесенными на них сетками, шкалами и другими знаками. Стекла для этих последних деталей вовсе не должны иметь пузырей и точек, видимых в окуляр при ярком освещении.

11. Оптические части приборов должны изготовляться из достаточно стойких сортов стекла в отношении выветривания.

12. Объективы, окуляры и наружные защитные стекла должны принадлежать к 1 и 2-му гидролитическому классу Милиуса.

13. Штрихи шкал и сеток, нанесенные на стекле путем гравировки и травления, должны быть отчетливо видны на черном фоне при закрытом крышкой объективе и при соответствующем освещении через специальное окошко в оправе.

14. Сетка наносится согласно утвержденному чертежу для данного прибора. Толщина штрихов сетки делается от 0,01 до 0,02 *мм*.

15. Примененные в приборе червячные передачи для отсчета вертикальных и горизонтальных углов при вращении должны оказывать равномерное сопротивление. Вращающиеся части должны действовать от червяков плавно и без шатания.

16. Цена делений угломерных шкал и необходимая точность отсчетов углов должны отвечать тактико-техническим требованиям данного прибора.

Примечание. В приборах, где правильность установки в горизонтальном и вертикальном направлениях производится с помощью круглых и трубчатых уровней, в технических заданиях должна быть указана точность этой установки, необходимая для данного прибора. Надлежащая точность этой установки определяется соответствующей чувствительностью примененных уровней которые должны быть испытаны до установки на прибор.

II. Поверка шкал и делений

17. После установки прибора по уровням в вертикальном положении, проверяется горизонтальность визирной оси при нулевых установках угломерных шкал. Точность этой установки и допуски на точность должны быть взяты в соответствии с тактико-техническими требованиями, которым должен удовлетворять данный прибор.

Для проверки горизонтальности оптической оси можно пользоваться точкой на местности, удаленной не менее, чем на 500 *м* и лежащей на одном горизонтальном уровне с наблюдателем. Можно также пользоваться угломерным прибором с вертикальным кругом и трубою, или нивелиром, визируя через объектив прибора на перекрестье.

18. Угломерные лимбы приборов должны проверяться на отсутствие эксцентричности оси вращения и на правильность нанесенных делений.

Эта проверка производится многократным измерением известного угла (60 или 72°) различными последовательными частями лимба. Установка визирной

линии на каждое направление производится вращением червяка всегда в одну и ту же сторону. Отклонения измеренных таким образом величин угла от истинной величины его не должно превосходить допуска точности для данного прибора (например одной тысячной дистанции).

Для проверки может применяться также специальный гониометр достаточной точности (около 30″).

19. Червячные зацепления должны проверяться на величину мертвых ходов.

Проверка мертвого хода определяется несколькими наведениями визирной линии на одну и ту же точку, вращая барабан червяка при каждом наведении в сторону, противоположную предшествующему наведению.

20. Проверка перпендикулярности горизонтальных осей по отношению к вертикальной оси вращения прибора и к визирным линиям зрительных труб прибора.

Эта проверка производится посредством визирования различных точек нити отвеса, помещенной в фокальной плоскости приближающей линзы, надетой на объектив прибора. При вращении визирной трубы в вертикальной плоскости в пределах данного прибора, перекрестье не должно смещаться на величину, большую заданной точности по техническим заданиям для испытуемого прибора.

Испытание производится при двух взаимно-перпендикулярных положениях горизонтального лимба.

21. Проверка погрешностей сеток и шкал, нанесенных на стеклянных пластинках в фокальных плоскостях объектива прибора. Погрешность не должна превышать $\pm 1{,}5\%$ величины углов, отсчитываемых от центра сетки.

Проверка производится с помощью коллиматора со шкалой в фокусе его объектива или по шкале, помещенной в фокусе линзы приблизителя, надетой на объектив визирной трубы.

22. Проверка установки центра перекрестия точно в середине диафрагмы поля зрения.

III. Поверка оптических качеств приборов

а) увеличения; б) величины поля зрения; в) диаметра зрачка выхода; г) параллельности осей для бинокулярных приборов; д) качества изображения; е) разрешающей силы; ж) параллакса; з) потерь света в системе.

23. Увеличение оптических систем военных приборов не должно отступать от заданной величины более, чем на 5% в обе стороны. Для бинокулярных приборов разница увеличения у обеих трубок не должна превышать:

2% при поле зрения окуляра $> 50°$
1,5% » » » » $> 50°$.

В специальных оптических системах, например в дальномерах, в которых вовсе не должно наблюдаться разности увеличения двух половин прибора, должно вводиться специальное дополнительное устройство, компенсирующее эту разность.

Увеличение определяется динаметром Рамсдена, измерительным микроскопом или другим способом, обеспечивающим точность результата до 1%.

24. Выходной зрачок оптических систем специальных приборов, как правило, должен иметь вид правильного кружка диаметром, равным заданному для данного прибора, с допуском 5% в обе стороны.

Для оптических панорамических систем с применением призм Дове зрачок по краям с четырех сторон может быть срезан.

Проверка диаметра выходного зрачка производится прибором Рамсдена или измерительным микроскопом.

25. Поле зрения оптических систем приборов не должно отличаться более 5% в обе стороны против технического задания на данный прибор. Края диафрагмы поля зрения должны быть резко очерчены.

Проверка поля зрения производится посредством коллиматора со шкалой или другим способом, обеспечивающим точность результата до 1%.

26. Оптические оси обеих зрительных трубок бинокулярных приборов должны быть параллельны между собою; для каждых двух параллельных лучей, идущих из бесконечности, каждый через соответствующую трубку прибора, допускаются следующие отступления от параллельности после выхода из двух окуляров:

в случае схождения этих лучей в горизонтальной плоскости — 18—20′;

в случае расхождения в горизонтальной плоскости допускается отступление 54—60′;

в случае расхождения в вертикальной плоскости 18—20′.

Соответствующие величины допусков для непараллельности осей бинокулярного прибора получаются из указанных чисел посредством деления их на увеличение минус единица. Например, для 6× бинокля эти величины будут:

для сведения в горизонтальной плоскости $\frac{20'}{6-1} = 4'$

для разведения в » » $\frac{60'}{6-1} = 12'$

для разведения в вертикальной » $\frac{20'}{6-1} = 4'$

Проверка параллельности осей производится на специальных коллиматорных установках. Например, универсальный прибор Цейсса для проверки оптических данных биноклей.

27. Изображения предметов, рассматриваемые через оптическую систему прибора, не должны быть повернуты вокруг оптической оси. Допуск на наклон изображения должен быть не более 30′ в обе стороны. Для бинокулярных приборов допуск в 30′ относится к наклону изображения, даваемому одной трубкой по отношению к изображению, даваемому другой трубкой.

Проверка наклона изображения производится наблюдением вертикальной линии через зрительную трубу прибора и вспомогательную трубу с вертикальной линией в поле зрения с отметками для допустимых отклонений.

28. Нуль диоптрийных шкал на окулярах должен быть нанесен правильно. Допускается отступление не более $^1/_4$ диоптрии в обе стороны. Другие деления шкал могут быть нанесены с точностью до $^1/_2$ диоптрии в обе стороны.

Проверка производится с помощью коллиматора и вспомогательной трубы, и набора нормальных очковых стекол различной оптической силы. При этом испытании, очковые стекла должны помещаться в плоскости выходного зрачка данного прибора.

29. Качество изображения, даваемого оптической системой прибора, в отношении резкости должно удовлетворять следующим данным.

Принимая разрешающую силу невооруженного глаза равной 60″, делим это число на увеличение $\frac{60''}{\Gamma}$ и получаем число секунд для разрешающей силы данного прибора.

Полученные данные должны быть проконтролированы разрешающей силой, определяемой диаметром объектива по формуле:

$$\beta'' = \frac{120}{D},$$

где β'' — угол, выраженный в секундах,
D — диаметр объектива, выраженный в *мм*.

Проверка качества изображения и разрешающей силы производится рассматриванием испытательной таблицы принятого образца, изготовленной в надлежащем масштабе и установленной на расстоянии не ближе 50 *м* при освещении сильным проходящим светом.

При этом прибор должен давать возможность различать черные и светлые полосы всех четырех направлений с угловым расстоянием в секундах, отвечающим разрешающей силе данного прибора.

Испытание должно производиться с помощью вспомогательной зрительной трубы $4^\times$ $6^\times$ увеличения.

Недостатки изображения, которые могут быть замечены при испытании, а именно: общий сероватый тон рассеянного света, нерезкость некоторых полос таблицы и окраска их не должны быть выражены более резко, чем у прибора, принятого как образец.

30. Недостатки изображения на краях поля зрения, а равно и окраска краев диафрагмы при наведении зрительной трубы на освещенное небо или облака не должны превышать недостатков принятого за образец прибора. При рассматривании темных предметов на освещенном фоне неба или облаков, контуры предметов не должны быть резко окрашены. Допустимо лишь слабое окрашивание контуров цветами остаточного спектра, а именно: с одной стороны яблочно-зеленым, а с другой — пурпурно-фиолетовым.

31. Изображение крестовин, сеток и шкал в поле зрения и изображение бесконечно удаленных предметов не должны быть смещенными относительно друг друга (отсутствие параллакса).

Табл. I (стр. 246) дает значения наименьших расстояний, не вызывающих параллакса на сетке зрительной трубы.

Проверка на параллакс производится перемещением глаза в плоскости выходного зрачка от одного края до другого. При этом наблюдают величину переме-

Таблица наименьших расстояний, не вызывающих параллакса сетки в зрительной
Г — видимое уве

Г \ D′	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7
1	3,33	5,00	6,67	8,33	10,00	11,67	13,33	15,00	16,67	20,00	23,33
1,2	4,80	7,20	9,60	12,00	14,40	16,80	19,20	21,60	24,00	28,80	33,60
1,5	7,50	11,25	15,00	18,75	22,50	26,25	30,00	33,75	37,50	45,00	52,50
2,0	13,33	20,00	26,57	33,33	40,00	46,67	53,33	60,00	66,67	80,00	93,33
2,5	20,83	31,25	41,67	52,08	62,50	72,92	83,33	93,75	104,2	125,00	145,8
3,0	30,00	45,00	60,00	75,00	90,00	105,0	120,0	135,0	150,0	180,0	210,0
3,5	40,83	61,25	81,67	102,1	122,5	142,9	163,3	183,8	204,2	245,0	285,8
4	53,33	80,00	106,7	133,3	160,0	186,7	213,3	240,0	266,7	320,0	373,3
5	83,33	125,0	166,7	208,3	250,0	291,7	333,3	375,0	416,7	500,0	583,3
6	120,0	180,0	240,0	300,0	360,0	420,0	480,0	540,0	600,0	720,0	840,0
7	163,3	245,0	326,7	408,3	490,0	571,7	653,3	735,0	816,7	980,0	1143
8	213,3	320,0	436,7	533,3	640,0	756,7	873,3	960,0	1067	1280	1513
9	270,0	405,0	540,0	675,0	810,0	945,0	1080	1215	1350	1620	1890
10	333,3	500,0	666,7	833,3	1000	116,7	1333	1500	1667	2000	2333
12	480,0	720,0	960,0	1200	1440	1680	1920	2160	2400	2880	3360
14	653,3	980,0	1307	1633	1960	2287	2613	2940	3267	3920	4573
15	750,0	1125	1500	1875	2250	2625	3000	3375	3750	4500	5250
16	853,3	1280	1707	2133	2560	2987	3413	3840	4267	5120	5973
18	1080	1620	2160	2700	3240	3780	4320	4860	5400	6480	7560
20	1333	2000	2667	3333	4000	4667	5333	6000	6667	8000	9333
21	1470	2205	2940	3675	4410	5145	5880	6615	7350	8820	10290
22	1613	2420	3227	4033	4841	5647	6453	7260	8067	9680	11293
24	1920	2880	3940	4800	5760	6720	7680	8640	9600	11520	
25	2083	3125	2167	5208	6250	7292	8333	9375	10420		
28	2613	3920	5227	6533	7840	9147	10453				
30	3000	4500	6000	7500	9000	10500					
35	4083	6125	8167	10208	12250						
40	5333	8000	10670								
50	8333	12500									

трубе. Расстояния даны в метрах; *D′* — диаметр зрачка выхода трубы в *мм*; личение трубы

8	9	10	12	15	20	25	30	35	40	45	50
26,67	30,00	33,33	40,00	50,00	66,67	83,33	100,0	116,7	133,3	150,0	166,7
38,40	43,20	48,00	57,60	72,00	96,00	120,0	144,0	168,0	192,0	216,0	240,0
60,00	67,50	75,00	90,00	112,5	150,0	187,5	225,0	262,5	300,0	337,5	375,0
106,7	120,0	133,3	160,0	200,0	266,7	333,3	400,0	466,7	533,3	600,0	666,7
166,7	187,5	208,3	250,0	312,5	416,7	520,8	625,0	729,2	833,3	937,5	1042
240,0	270,0	300,0	360,0	450,0	600,0	750,0	900,0	1050	1200	1350	1500
326,7	367,5	408,3	490,0	612,5	816,7	1021	1225	1429	1633	1838	2042
426,7	480,0	533,3	640,0	800,0	1067	1333	1600	1867	2133	2400	2667
666,7	750,0	833,3	1000	1250	1667	2083	2500	2917	3333	3750	
960,0	1080	1200	1420	1800	2400	3000	3600	4200			
1307	1470	1633	1960	2450	3267	4083	4900				
1747	1920	2133	2560	3200	4367	5333					
2160	2430	2700	3240	4050	5400	6750					
2667	3000	3333	4000	5000	6667						
3840	4320	4800	5760	7200							
5227	5880	6533	7840	9800							
6000	6750	7500	9000								
6827	7680	8533	10240								
8640	9720	10800									
10667	12000										
11760											

щения крестовины по отношению к предмету (допустимая величина параллакса должна быть предусмотрена техническими заданиями на каждый прибор в отдельности).

Более точное определение параллакса можно производить следующим образом: на объектив накладывают непрозрачную крышку с отверстием около 5 *мм*, расположенным против края объектива. Наведение центра крестовины прибора на бесконечно удаленную точку делается до наложения крышки при полном отверстии объектива. Сдвиг изображения от центра крестовины после наложения экрана служит мерой параллакса.

32. Окраска стекол светофильтров должна быть такой, чтобы поглощать определенные участки спектра, согласно техническим требованиям для данного прибора, например, желто-оранжевый светофильтр должен поглощать фиолетовую часть спектра с длиною волны в 450 ангстремов, желто-красный в 580 ангстремов.

Примечание. До сего времени вопрос о применении нужных светофильтров еще нельзя считать окончательно разрешенным и потому в этом направлении ведутся исследовательские работы нашими научными институтами (ГОИ).

33. Потери света вследствие поглощения в стекле и всех отражений на поверхности не должны превосходить потерь, вычисленных по формуле

$$B' = B \frac{n'^2}{n^2} 0{,}99^l 0{,}96^{N_1} 0{,}95^{N_2} 0{,}94^{N_3},$$

где B — яркость пучка при вхождении его в систему;
l — длина пути луча в массе стекла в системе, выраженная в *см*;
N_1 — число преломлений на поверхности кронов;
N_2 — число преломлений на поверхности флинтов системы;
N_3 — число отражений на посеребренных плоскостях;
n и n' — показатели преломления первой и последней среды (обычно $n = n'$).

При подсчете потерь света в системе принимают:

а) полное внутреннее отражение (если оно происходит) совершается без потерь света;

б) считают, что свет проходит без потерь через поверхности, склеенные канадским бальзамом;

в) в случае посеребренных поверхностей считают, что последние отражают до 94% всего падающего на поверхность света.

Для более быстрого подсчета потерь света в оптическом приборе можно пользоваться ниже приведенными таблицами (табл. II, стр. 249).

В табл. II даны коэфициенты K_1 проходящего через оптическую систему света, считая количество падающего на первую поверхность света за единицу. При этом учитывается потеря на отражение на каждой из m поверхностей, граничащих с воздухом.

Пример. Пусть в системе имеется 16 отражающих поверхностей. При $m = 16$ находим из таблицы: $K_1 = 0{,}44013$. Умножив K_1 на 100 и вычтя произведение из 100, получим потерю света в системе на отражение в процентах, составляющую в данном примере 56%.

В табл. III (стр. 249) приведены коэфициенты K_2 проходящего через оптическую систему света, учитывая потерю на поглощение

Таблица II

Таблица пропускной способности стекла при отражении в 5% на поверхность

Число поверхностей	lg K_1	K_1	Число поверхностей	lg K_1	K_1
1	9,977724	0,95000	52	8,841648	0,06945
2	955448	0,90250	54	797096	0,06269
4	910896	0,81451	56	752544	0,05657
6	866344	0,73510	58	707992	0,05105
8	221792	0,66343	60	663440	0,04607
10	777240	0,59874	62	618888	0,04158
12	732688	0,54037	64	574336	0,03753
14	688136	0,48768	66	529784	0,03387
16	643584	0,44013	68	485232	0,03057
18	599032	0,39722	70	440680	0,02759
20	554480	0,35849	72	396128	0,02490
22	509928	0,32354	74	351576	0,02247
24	465376	0,29200	76	307024	0,02028
26	420824	0,26353	78	262472	0,01830
28	376275	0,23783	80	217920	0,01652
30	331720	0,21464	82	173368	0,01491
32	287168	0,19372	84	128816	0,01345
34	242616	0,17483	86	084264	0,01214
36	198064	0,15778	88	039712	0,01096
38	153512	0,14240	90	7,995160	0,00989
40	108960	0,12852	92	950608	0,00893
42	064408	0,11599	94	906056	0,00806
44	019856	0,10468	96	861504	0,00727
46	8,975304	0,09447	98	816952	0,00656
48	930752	0,08526	100	772400	0,00592
50	886200	0,07695			

Таблица III

Таблица пропускной способности стекла при поглощении в 2,5% на 10 *мм*

d, *мм*	lg K_2	K_2	d, *мм*	lg K_2	K_2
0	0	1	4	560	0,98992
0,05	9,999945	0,99987	5	450	0,98742
0,1	9,99989	0,99975	6	340	0,98440
0,2	78	0,99949	7	230	0,98243
0,3	67	0,99924	8	120	0,97994
0,4	56	0,99899	9	010	0,97745
0,5	45	0,99874	10	9,98900	0,97500
0,6	34	0,99848	12	680	0,97006
0,7	23	0,99823	14	460	0,96516
0,8	12	0,99798	16	240	0,96029
0,9	01	0.99772	18	020	0,95543
1	9,99890	0,99747	20	9,97801	0,95063
2	780	0,99495	25	7251	0,93866
3	670	0,99243	30	6702	0,92687

Продолжение табл. III

d, мм	lg K_2	K_2	d, мм	lg K_2	K_2
35	5152	0,91521	240	3612	0,54465
40	9,95602	0,90369	250	2513	0,53104
45	5052	0,89232	260	1413	0,51776
50	4503	0,88111	270	0313	0,50481
60	3403	0,85907	280	9,69214	0,49220
70	2303	0,83759	290	8114	0,47989
80	1204	0,81666	300	7015	0,46790
90	0104	0,79623	350	1518	0,41227
100	9,89005	0,77634	400	9,56020	0,36324
110	7905	0,75692	450	50523	0,32006
120	6806	0,73801	500	45025	0,28200
130	5707	0,71957	600	34030	0,21893
140	4607	0,70157	700	23035	0,16996
150	3508	0,68404	800	12040	0,13195
160	2408	0,66693	900	01045	0,10244
170	1308	0,65025	1000	8,90050	0,07952
180	0209	0,63400	1500	8,35075	0,02243
190	9,79109	0,61814	2000	7,80100	0,00632
200	8010	0,60270	2500	7,25125	0,00178
210	6910	0,58762	3000	6,70150	0,00050
220	5811	0,47294	3500	6,15175	0,00014
230	4712	0,55863	4000	5,60200	0,00004

в массе стекла в зависимости от длины d хода осевого луча внутри стекла. Если необходимо учесть все потери света в системе, надлежит взять произведение найденных величин K_1 и K_2; $K = K_1 K_2$. Число K указывает количество прошедшего через систему света, считая количество света, падающего на первую поверхность, равным единице.

Все вычисления могут быть выполнены при помощи логарифмической линейки. Однако более точный результат можно получить при помощи таблицы логарифмов. Для облегчения этого подсчета в таблицах даны значения логарифмов K_1 и K_2.

Пример: $m = 38$; $d = 317{,}45$.

Решение при помощи логарифмов:

для $m = 38$	lg $K_1 = 9{,}15351$
» $d = 300$	» $K_2 = 9{,}67015$
» » $= 16$	» » $= 9{,}98240$
» » $= 1$	» » $= 9{,}99890$
» » $= 0{,}4$	» » $= 9{,}99956$
» » $= 0{,}05$	» » $= 9{,}99995$
lg $K = 8{,}80447$	
» $K = 0{,}063749$	

Общая потеря 93,25%.

Примечание. Ввиду того что определение потерь света в приборе является довольно сложной процедурой (на специальной оптической скамье), обычно о потерях света судят, сравнивая потери света испытываемого прибора с принятым за образец.

IV. Поверка механических качеств оптических военных приборов по отношению внешних воздействий при эксплоатации

Приборы военного назначения должны подвергаться следующим техническим испытаниям:

а) на доступность проникновения влаги; б) на влияние резких изменений температуры; в) на нагревание и охлаждение; г) на действие операции; д) на действие ударов и тряски; е) стрельбою (для прицельных оптических устройств).

34. Испытание на доступность проникновения воды производится искусственным дождем в течение получаса. Прибор помещается под струями воды, вытекающей из мелких отверстий, как у обыкновенного душа, под небольшим давлением — не выше полуметра водяного столба с высоты около двух метров.

При испытании прибор должен находиться в обычном для него при работе положении с окулярами, установленными на нулевом делении.

Температура воды не должна быть ниже температуры окружающего воздуха и испытуемого прибора и не должна превышать температуру воздуха больше, чем на 5°.

После опыта не должно быть обнаружено проникновения воды, а после высушивания прибора не должно быть заметно следов влаги или росы внутри прибора.

35. Испытание на влияние резких изменений температуры производится быстрыми перемещениями прибора с холода (около —25° Ц) в помещение с комнатной температурой (около +15° Ц) и обратно. Прибор, охлажденный в течение часа до —20° Ц, должен допускать установку всех шкал, за исключением диоптрийных, а при температуре —15° Ц установку и последних.

36. При испытании нагреванием, прибор нужно продержать в термостате при температуре +40° Ц не менее одного часа непрерывно. Смазка при этом не должна вытекать из соединений.

37. Испытание на вибрации производится для таких приборов как перископы подводных лодок, авиационные прицелы. Испытание производится на специальных приборах, имитирующих вибрации прибора при эксплоатации.

38. Испытание на тряску должно производиться с прибором, уложенным в футляр или укладочный ящик на специальном приборе, соответствующем перевозке прибора рысью на двуколке по булыжной мостовой со скоростью 20 *км/час*. Продолжительность испытания — около получаса.

39. Оптические приборы, предназначенные для обслуживания артиллерийских установок (прицелы), должны подвергаться еще дополнительному испытанию стрельбой.

Программа испытания стрельбой вырабатывается специально для каждого типа прицельных устройств в отдельности и производится на артиллерийских полигонах.

Примечание. Испытания стрельбой могут быть заменены (например, для полевой панорамы) встряхиванием на специальном приборе системы Михаловского, подвергающем испытуемый прибор сотрясениям, приблизительно таким, какие он испытывает при выстреле в условиях действительной стрельбы.

После испытания опытный прибор проверяется: 1) на неизменяемость положения оптической линии прицеливания относительно опорных точек прицела и 2) на неизменяемость установок отсчетных барабанов.

V. Технические условия на изготовление и прием кожаных футляров, ранцев, треног и укладочных ящиков

Укладочные ящики, футляры и футляры-ранцы, предназначенные для хранения прибора и его транспортировки, должны быть изготовлены по утвержденным чертежам из материалов, удовлетворяющих техническим условиям и ОСТ.

В укладочных ящиках все колодки, определяющие место расположения частей прибора, должны быть надежно закреплены и не иметь шатания. В местах соприкосновения с частями прибора колодки должны быть оклеены фетром или плотным войлоком. Они не должны допускать смещения уложенных частей прибора при перевозке. Ключи к замкам укладочных ящиков, футляров и т. д. должны быть взаимозаменяемыми для данного типа прибора. Ручки для переноса ящиков и футляров должны быть удобными в обращении и не должны зажимать пальцев или рук. На внутренней стороне крышки укладочного ящика должна находиться четко отпечатанная на плотной бумаге фотография полной укладки с видом всех частей прибора в в ящике и с описью последних. В ящик должна быть вложена книжка с описанием прибора, составленным по определенному плану.

План описания прибора

I—1. Назначение прибора.
2. Главные конструктивные и оптические данные:
а) конструктивные данные:
1) длина, 2) диаметр, 3) величина, 4) площадь, необходимая для работы с прибором;
б) оптические данные:
1) увеличение, 2) поле зрения, 3) диаметр выходного зрачка, 4) расстояние зрачка выхода от последней поверхности линзы окуляра;
в) весовые данные:
1) вес прибора, 2) вес штатива, 3) вес в боевом положении, 4) вес прибора, подготовленного к перевозке или переноске, 5) маркировка прибора (с расшифровкой).

II—3. Основания устройства прибора.
4. Наружное устройство прибора.
5. Описание оптики прибора.
6. Внутреннее механическое устройство прибора.
7. Правила боевого использования прибора, подготовка прибора к работе и его выверка.

8. Правила сбережения, хранения, ухода и правила укладки прибора.
9. Формуляр на прибор, правила его заполнения и ведения в войсках.
10. Транспортировка приборов на склады, укупорка, ее габарит и т. д.

III—11. Краткое описание процесса сборки прибора в заводских условиях, инструментов, применяемых при сборке контрольно-юстировочных приборов.
12. Краткое описание заводского ремонта.
13. Краткое описание войскового ремонта.

IV—Приложения:

1) перечень запасных частей и принадлежностей, составляющих неотъемлемую часть комплекта;
2) перечень деталей, знание которых безусловно необходимо при практической работе с прибором;
3) полная номенклатура деталей прибора с указанием по чертежу;
4) перечень инструментов и прочих, необходимых для войскового и мастерского ремонта;
5) формуляр;
6) фото, схемы и чертежи, иллюстрирующие прибор.

VI. Содержание, хранение, уход, укладка и транспортировка оптических приборов военного назначения

Оптические приборы, зрительные трубы, угломеры и приборы прицеливания требуют бережного и осторожного обращения. Удары и резкие сотрясения могут повлечь за собой расстройство оптической системы прибора или повреждение его механических частей и привести в состояние, негодное для дальнейшего употребления.

Специальные приборы должно содержать в полной чистоте, сохраняя их от пыли, песка и влаги. Перед употреблением прибора его следует вынуть из футляра, ранца или укладочного ящика и протереть наружные стекла. Такое же протирание стекол производится и по окончании работы перед укладкой. Кроме того, по окончании работы весь прибор снаружи обтирается сухими и чистыми тряпками с целью удалить песок, грязь и влагу.

При чистке наружных поверхностей оптических специальных приборов нужно соблюдать следующее правило: пыль и твердые частицы сначала удалить волосяной кисточкой, которая должна быть сухой и не жирной, а затем протереть их круговым движением замшей или мягкой и чистой тряпочкой. При чистке стекол должно быть обращено особое внимание на чистоту кисточки, замши или тряпочки, так как при попадании даже незначительных крупинок грязи стекла могут быть повреждены. Поэтому кисточки, замшу, фланель, тряпочки следует употреблять только для чистки стекол и перед употреблением тщательно вытряхивать.

Намоченные дождем приборы следует аккуратно обтереть снаружи и укладывать в футляры лишь в сухом виде. Если по условиям службы прибора это требование не всегда может быть выполнено немедленно, то оно выполняется при первой к тому возможности.

При работе со специальными приборами под дождем следует принимать все меры к тому, чтобы дождевые капли не попадали на

инструмент, закрывая его чем-либо и убирая в футляр, как только надобность в работе прибора миновала.

Футляры, ранцы, чехлы должны быть чистыми и сухими снаружи и внутри. Промоченные укладочные принадлежности до укладки в них приборов должны быть высушены и очищены от грязи.

Специальные приборы, находившиеся на морозе, не следует сразу вносить в теплое помещение, а необходимо дать им отойти в помещении, менее теплом, и, как только они отпотеют, протереть сухими тряпками. Точно также не следует сразу выносить приборы из теплого помещения на холод.

Оптические специальные приборы должны храниться в сухих отапливаемых помещениях при нормальной температуре не ниже 8° Ц и не выше 16° Ц. Резкое изменение температуры или хранение в сырых помещениях способствует осаждению на линзах, призмах и угломерных сетках росы, которая при продолжительном действии вызывает образование на поверхности стекол пятен и налета, затуманивающих поле зрения и мешающих наблюдению. Приборы, уложенные в соответствующие футляры, ранцы, чехлы или ящики, размещаются на стеллажах, полках, а еще лучше в специально устроенных шкафах с полками. Расстояние от нижнего стеллажа до пола должно быть не менее 50 *см*.

Хранение приборов на полу, возле отапливаемых печей и у окон на солнце не допускается.

Штативы хранятся с вдвинутыми и неподвижно закрепленными ножками, которые внизу должны быть стянуты ремнями. На сложенную таким образом треногу надевается чехол и застегивается ремнями. Накладывание треног одна на другую может быть допущено не более, как в два ряда, чтобы не погнуть ниже лежащие треноги.

Запасные части и принадлежности к приборам хранятся обычно в тех же футлярах, в которых помещаются и сами приборы.

При укладке приборов надлежит руководствоваться следующими общими правилами: прибор нужно укладывать в футляр точно в таком положении, о котором написано в специальной инструкции. При закрытой крышке прибор и запасные части и принадлежности не должны перемещаться при встряхивании футляра.

Оптические военные приборы транспортируются в прочных деревянных ящиках, изготовляемых из сосновых или еловых досок, толщиною от 15 до 25 *мм* с содержанием влаги не более 20%. Ящики рассчитываются на укладку определенного количества приборов, уложенных в свои футляры.

Внутренние стенки ящиков покрываются толью для предохранения от попадания влаги.

Для предохранения приборов от сильной тряски при перевозках дно ящика покрывается достаточно толстым слоем сухой стружки. Сухая же стружка прокладывается и между футлярами и стенками ящика. На наружной поверхности крышки ящика делается надпись: «Осторожно», «Верх», «Не бросать».

Треноги укладываются в подобные же ящики особо от приборов.

VII. Маркировка

На оптических военных приборах в местах, определяемых чертежами, должны быть выгравированы четким и ясным шрифтом надписи, содержащие:

а) номер, под которым прибор выпускается заводом; б) марку или шифр прибора; в) марку завода; г) основные оптические характеристики прибора.

На крупных съемных частях прибора должны быть выгравированы надписи, содержащие:

а) номер, под которым выпускается весь прибор; б) номер части по описанию.

На треногах, штативах и других вспомогательных частях должны быть выгравированы:

а) номер прибора; б) номер данной части прибора по описанию.

На мелких съемных частях должен быть выгравирован выпускной заводской номер прибора.

На крышках укладочных ящиков, футляров и ранцев либо укрепляются металлические пластинки с выгравированными на них надписями, либо те же надписи наносятся черной масляной краской. Надписи содержат:

а) выпускной номер прибора; б) марку прибора; в) марку завода; г) вес прибора с укладкой; д) вес прибора без укладки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

Глава I

Вводная часть

Стр.

1. Применение оптических приборов в военном деле 3
2. Требования, предъявляемые к военным оптическим приборам . . . . . —
3. Разделение оптических военных приборов на отделы, группы и типы . . 6

Глава II

Оптические приборы для наблюдения и визирования

1. Оптические системы наблюдательных приборов 6
2. Элементы, характеризующие систему астрономической трубы 7
3. Субъективная яркость изображения 10
4. Земная зрительная труба 11
5. Призменная зрительная труба 15
6. Визирование 17
7. Ошибки наведения при пользовании оптическим визиром 21
8. Установка визиров на оптических приборах 23

Глава III

Бинокли

1. Бинокулярные зрительные трубы 24
2. Призменный бинокль 27
   - А. Назначение . . . . . —
   - Б. Основа устройства бинокля . . . . . —
   - В. Описание конструкции призменного бинокля 28
   - Г. Кожаный футляр 31
   - Д. Принадлежности к биноклям . . . . . —
   - Е. Пользование призменным биноклем 32
   - Ж. Общие правила работы с биноклем . . . . . —
   - З. Применение бинокля 33
   - И. Уход за биноклем и его сбережение . . . . . —
3. Универсальный прибор для испытания биноклей 35
   - А. Проверка оптических данных бинокля . . . . . —
   - Б. Описание устройства прибора для проверки биноклей . . . . . —

Глава IV

Перископические зрительные трубы

1. Назначение 39
2. Основы устройства перископов . . . . . —

3. Перископы для разведчиков и окопные перископы 42
А. Перископы для разведчиков . . . . . —
1) Назначение . . . . . —
2) Тактико-технические требования . . . . . —
3) Описание . . . . . —
4) Уход и сбережение 44
Б. Окопные перископы . . . . . —
4. Перископы дальнего наблюдения 45
1) Назначение прибора . . . . . —
2) Тактико-технические требования 46
3) Оптическая система перископов ПДН и ПСФ . . . . . —
4) Механические детали перископа 47
5) Принадлежности перископа 49
А. Тренога . . . . . —
Б. Колонка для укрепления перископа . . . . . —
В. Обсадная труба 50
6) Ящик для укладки перископа . . . . . —
7) Установка перископов . . . . . —
8) Испытания перископов 51
5. Другие типы перископов 52
6. Перископы подводных лодок . . . . . —
1) Основные типы перископов подводных лодок . . . . . —
2) Оптические данные перископов 53
3) Механические данные перископов 55
7. Зенитные перископы подводных лодок 56
1) Данные перископа . . . . . —
2) Оптическая система зенитного перископа 57
3) Механическая часть перископа . . . . . —
4) Приспособление для внутреннего отсчета по азимутальному кругу 62
5) Механизм неподвижной линии в пространстве 64
6) Дальномерное приспособление в перископах 66
А. Метод измерения 67
Б. Устройство измерительного окуляра 69
В. Конструкция измерительного окуляра . . . . . —
Г. Пользование дальномерным приспособлением 69
7) Подъемные приспособления перископов . . . . . —

Глава V

Угломерные артиллерийские приборы

1. Типы угломерных артиллерийских приборов 72
2. Измерение углов, принятое в артиллерии 73
3. Точность измерения углов 75
4. Артиллерийская бусоль 79
1) Назначение . . . . . —
2) Бусоль Михаловского 80
3) Работа с бусолью 82
А. Измерение горизонтальных углов . . . . . —
Б. Измерение вертикальных углов 83
В. Определение азимутальных углов (по магнитной стрелке) . . . . —
Г. Установка скомандованных углов и азимутов направления . . . . —
Д. Корректировка огня 84
4) Технические условия . . . . . —
5) Оценка артиллерийской бусоли Михаловского 85
6) Тактико-технические требования для универсальной артиллерийской бусоли (УАБ) 87
5. Большая стереотруба 88
1) Назначение . . . . . —
2) Описание конструкции . . . . . —

А. Зрительные трубы 88
Б. Держатель 90
В. Лимб стереотрубы 91
Г. Тренога 93
Д. Механизм отсчета вертикальных углов . . . . . —
3) Проверка шкал и делений . . . . . —
4) Установка стереотрубы 94
5) Изучение поля боя и корректировка огня . . . . . —
6) Измерение горизонтальных углов . . . . . —
7) Измерение вертикальных углов 95
8) Укладка и уход за стереотрубой . . . . . —
9) Другие типы больших стереотруб 96
6. Панорамные визиры 98
1) Основы устройства . . . . . —
2) Механизм горизонтальной наводки 100
3) Механизм вертикальной наводки 101
4) Описание принципа устройства и конструкции панорамы с обзором полной сферы 102
А. Оптическая система панорамы 103
Б. Механическое оформление 104
В. Работа механизмов горизонтальной и вертикальной наводки . . . 105
5) Специальные конструкции панорамных визиров 109
7. Крышеобразные высотомеры . . . . . —
1) Определение высоты полета цели . . . . . —
2) Методы определения высоты 110
3) Требования при определении высоты . . . . . —
4) Система двух станций. Основа системы . . . . . —
5) Действие системы 112
6) Влияние разницы высоты концов базы и поправки . . . . . —
7) Замечания о разбивке базы 114
8) Описание конструкции крышеобразного высотомера . . . . . —
А. Главный прибор . . . . . —
Б. Описание бокового прибора на конце базы *B* 116
9) Работа на высотомере . . . . . —
Установка приборов А и Б . . . . . —

Глава VI

Оптические средства связи

1. Основные группы приборов 116
2. Светосигнальный прибор СП-95 (Люкас) 118
А. Назначение прибора . . . . . —
Б. Принцип действия прибора . . . . . —
В. Устройство прибора 119
Г. Принадлежности прибора . . . . . —
Д. Работа прибора . . . . . —
3. Светосигнальный прибор Цейсса (отражатель 100 *мм*) . . . . . —
А. Назначение прибора . . . . . —
Б. Устройство прибора 120
В. Принадлежности. . . . . —
4. Прибор Цейсса СП-250 . . . . . —
А. Назначение прибора . . . . . —
Б. Устройство прибора . . . . . —
В. Работа прибора СП-250 122
5. Полевой гелиограф 123
А. Назначение прибора . . . . . —
Б. Устройство прибора . . . . . —
а) Зеркало . . . . . —
б) Дугообразные стойки 125

в) Ключ рабочего зеркала 125
г) Микрометренная коробка . . . . . —
д) Вспомогательное зеркало . . . . . —
е) Визир-прицел . . . . . —
6. Оптический телефон . . . . . —
А. Работа прибора при передаче 126
Б. Работа прибора при приеме . . . . . —
В. Конструкция прибора 127
Г. Упаковка и переноска прибора . . . . . —
7. Второй тип оптического телефона . . . . . —

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Глава I

Стрельба

1. Начальная скорость снаряда 130
2. Направление полета снаряда 135
А. Дальность полета снаряда 136
Б. Элементы траектории полета снаряда . . . . . —
В. Деривация снарядов 137

Глава II

Прицеливание

1. Наведение пушки 137
2. Прямая и непрямая наводки 139
А. Прямая наводка . . . . . —
Б. Непрямая наводка 140
3. Основа устройства прицельных приспособлений 141
4. Ошибки от наклона оси цапф 142
5. Влияние углов местности на углы прицеливания 147
6. Прицельное устройство для стрельбы прямой наводкой по видимым и невидимым целям 148
А. Прицельные устройства по видимым целям . . . . . —
Б. Прицельные устройства по невидимым целям . . . . . —
В. Визирные приспособления в прицелах . . . . . —
7. Способы проверки параллельности ствола орудия с оптической визирной линией прицела 149

Глава III

Оптический винтовочный прицел

1. Назначение прицела 153
2. Основа устройства винтовочного прицела 154
А. Оптическая система винтовочного прицела . . . . . —
Б. Угломерное приспособление прицела 156
В. Механизм установки прицела по глазу 157
Г. Установка прицела на винтовку . . . . . —
Д. Сбережение прицела 158

Глава IV

Прицелы для пулеметов и малокалиберной артиллерии

1. Тактико-технические требования 158
2. Назначение пулеметного прицела . . . . . —

3. Описание устройства пулеметного прицела 159
А. Оптическая система панорамы . . . . . —
Б. Механическая конструкция панорамы прицела . . . . . —
В. Конструкция угломерного прицельного устройства 161
4. Обслуживание прицела 162
А. Установка прицела на пулемете . . . . . —
Б. Поверка нулевой линии прицеливания . . . . . —
В. Содержание, уход и хранение прицела 164
Г. Принадлежности к прицелу . . . . . —
Д. Применение оптического пулеметного прицела для противотанковой пушки . . . . . —

Глава V

Вооружение танков

1. Вводная часть 165
2 Типы танков 168
А. Танки-разведчики . . . . . —
Б. Танки-истребители . . . . . —
В. Танки прорыва 169
Г. Специальные танки . . . . . —
3. Установка вооружения в танках . . . . . —
4. Танковые прицелы 170

Глава VI

Телескопический прицел для танков

1. Назначение прицела 172
2. Основа конструкции . . . . . —
А. Оптические данные . . . . . —
Б. Механизм горизонтального отсчета 174
В. Механизм вертикальной наводки . . . . . —
Г. Механизм крепления прицела на станке орудия 175

Глава VII

Панорамный танковый прицел

1. Назначение прицела 175
2. Устройство прицела . . . . . —
3. Описание конструкции прицела 177
А. Оптическая система прицела . . . . . —
Б. Корпус прицела. 178
В. Головная часть прицела . . . . . —
Г. Механизм углов местности . . . . . —
Д. Механизм углов прицеливания 179
Е. Механизм кругового обзора по горизонту 181
Ж. Механизм боковых поправок 182
4. Налобник 183

Глава VIII

Прицелы для морской и крепостной крупнокалиберной артиллерии

1. Основные типы прицелов 183
А. Кронштейны прицелов . . . . . —
Б. Трубодержатели 185
В. Передняя соединительная тяга 186
Г. Задняя соединительная тяга . . . . . —
Д. Подъемный механизм прицела 187

Е. Поворотный механизм прицела 188
2. Оптические трубы прицелов 189
3. Поверка прицелов 191

Глава IX

Нормализованный прицел образца 1930 г.

1. Основа устройства 192
2. Кинематическая схема дугового прицела 194

Глава X

Стрельба по зенитным быстродвигающимся целям

1. Типы зенитных целей 195
2. Принципы стрельбы по зенитным целям . . . . . —
3. Прицельные устройства зенитной артиллерии . . . . . —
4. Описание прицела ЗП . . . . . —
А. Назначение прибора 196
Б. Работа прибора . . . . . —
В. Теоретическое обоснование 199
Г. Установка прицела на пулемете или пушке 200
5. Управление прицелом ЗП . . . . . —
А. Стрельба по самолетам . . . . . —
Б. Стрельба по неподвижным целям 201
6. Конструкция прицела . . . . . —

Глава XI

Стрелковое вооружение самолетов

1. Объекты вооружения самолетов 202
2. Основы воздушной стрельбы . . . . . —
Полет пули при стрельбе с самолета . . . . . —
3. Стрельба по двигающейся цели 203
Линейное упреждение . . . . . —
4. Кольцевые прицелы 205
А. Принципиальная схема кольцевого прицела . . . . . —
Б. Схема учета раккурса . . . . . —
5. Прицел ОП-1 207
6. Стрельба из турельного пулемета 210
7. Прицел КПТ-1 . . . . . —
8. Обоснование тактико-технических требований к воздушным прицелам . 211
А. Автоматичность . . . . . —
Б. Простота в обращении и обучении . . . . . —
В. Универсальность . . . . . —

Глава XII

Бомбометание с самолетов

1. Вводная часть 212
2. Прицеливание 215
3. Классификация прицелов для бомбометания . . . . . —
4. Прицел для бомбометания с самолетов ОПБ-1 216
А. Назначение прицела . . . . . —
Б. Основа устройства прицела . . . . . —
В. Описание конструкции прицела 218
Г. Пользование прицелом 220
5. Прицел для бомбометания ОПБ-2 221

А. Сравнительная оценка 221
Б. Основа устройства прицела . . . . . —
В. Работа прицела 223
6. Конструкция прицела ОПБ-2 224
А. Оптическая система . . . . . —
Б. Механическое устройство прицела 227
В. Механизм автоматики . . . . . —
Г. Наставление к пользованию прицелом 229
Д. Обращение с прибором перед взлетом . . . . . —
Е. Применение прицела при бомбометании . . . . . —
Приложение I 231
Приложение II 241

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
47	24 снизу	(см. стр. 71)	(см. стр. 49)	авт.
67	12 снизу	L_1, D_1,	L, D,	авт.
80	16 сверху	50	30	авт.
98	16—17 снизу	(более подробные данные о конструкции этих труб см. стр. 71)	—	авт.
154	7 снизу	симметричную	сложную	авт.
196	23 сверху	упреждения	упрежденной	авт.
201	9 снизу	или	и	авт.
243	7 и 8 снизу	>	до	авт.

К. Е. Солодилов. „Военные оптико-механические приборы". Заказ № 26/с